



ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Формування логістичних потоків на основі технологій
штучного інтелекту у ТОВ «БОІНГ АВТО», м.
Кропивницький»

Виконав:

магістрант групи ТТ-23М Володимир КОВАЛЕНКО
(шифр групи) (підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник:

К.Т.Н. , доц. Сергій ЛИСЕНКО
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри:

К.Т.Н. , доц. Сергій МАГОПЕЦЬ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2024 р.

Рецензент:

_____, _____
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2024 р.

Кропивницький – 2024 р.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Освітньо-професійна програма: «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Експлуатація та
ремонт машин»

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ
«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Коваленка Володимира Андрійовича _____

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Формування логістичних потоків на основі технологій штучного інтелекту у ТОВ «БОІНГ АВТО», м. Кропивницький»

керівник роботи Лисенко Сергій Володимирович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові)

(науковий ступінь)

(вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «07» 08 2024 року
№43-13

2. Строк подання здобувачем роботи «30» листопада 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали науково-дослідної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Розділ 1. Розглянути формування розвитку інтегрованої логістики в Україні в умовах світової економіки. Проаналізувати основні фактори розвитку інтегрованої логістики в Україні. Проаналізувати вплив інформаційних технологій на розвиток логістичного інструментарію. Навести цифрову трансформацію логістичних бізнес-моделей. Навести еволюція логістичних інформаційних систем за умов становлення цифрової економіки в Україні

4.2 Розділ 2. Проаналізувати особливості розвитку потокової теорії логістики з урахуванням технологій штучного інтелекту. Розглянути інформаційні потоки в умовах цифрової трансформації логістики. Запропонувати методологію розвитку адаптивних потоків у цифровій економіці. Взяти компланарні потоки як фактор зростання конкурентоспроможності вітчизняних провайдерів.

Наведено цифрову трансформація інтегрованої логістики.

4.3 Розділ 3. Розробити методи розвитку адаптивно-інтегрованої логістики. Дати сучасні логістичні концепції. Розглянути сутність адаптивно-інтегрованої логістики. Знайти фактори підвищення якості логістичних послуг в умовах цифрової економіки.

4.4 Розділ 4 Запропонувати практичні аспекти розвитку адаптивно-інтегрованої логістики. Запропонувати управління компланарними потоками на основі нечітких алгоритмів. Отримати модель нейронної мережі для автоматизованого вибору логістичного провайдера і модель прогнозування попиту логістичних послуг на основі ланцюгів Маркова.

5. Перелік ілюстративного матеріалу на 15 слайдах

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	РОЗДІЛ 1	18.10.2024	
2	РОЗДІЛ 2	08.11.2024	
3	РОЗДІЛ 3	22.11.2024	
4	РОЗДІЛ 4	28.11.2024	
5	Ілюстративний матеріал	29.11.2024	

Магістрант _____
(підпис)

Володимир КОВАЛЕНКО _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Сергій ЛИСЕНКО _____
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Метою магістерського дослідження є удосконалення методу формування та розвитку адаптивно-інтегрованої логістики для вітчизняних провайдерів - учасників ланцюгів постачань на основі застосування компланарних потоків в умовах становлення цифрової економіки України.

Для досягнення поставленої мети дослідження вирішувались такі завдання:

- проаналізувати основні фактори, що впливають на розвиток інтегрованої логістики та вплив інформаційних технологій на розвиток логістичного інструментарію;
- визначити необхідні та достатні умови цифрової трансформації логістичних бізнес-моделей в українській економіці та удосконалити метод формування адаптивно-інтегрованої логістики;
- розробити методику автоматизованого проєктування логістичних потоків та визначити чинники розвитку логістичних провайдерів рівня 5PL на платформі штучного інтелекту;
- побудувати моделі ухвалення управлінських рішень на основі технологій штучного інтелекту та розвитку логістичного провайдера за умов віртуалізації взаємовідносин;

Об'єктом дослідження є процеси в інформаційних потоках та особливості їх перерозподілу в ланцюгах постачання.

Предмет дослідження: принципи, методи та алгоритми, що формують основу методу адаптивно-інтегрованого управління логістичними провайдерами.

Наукова новизна дослідження полягає:

- в удосконаленні методу формування та розвитку адаптивно-інтегрованої логістики на платформі інформаційно-інтелектуального управління поточковими процесами;
- розробка комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності діяльності логістичних провайдерів, учасників ланцюгів постачання в умовах цифрової економіки.

Практична значущість магістерської роботи полягає:

- у підвищенні ефективності логістичних процесів та оптимізації проектування ланцюгів постачань;
- застосування запропонованої методики маршрутизації логістичних потоків на основі технологій штучного інтелекту з автоматичним ранжуванням постачальників та контрагентів.

У першому розділі проведено аналіз основних факторів розвитку інтегрованої логістики, розглянуто вплив інформаційних технологій на розвиток логістичного інструментарію, виконано аналіз особливостей цифрової трансформації логістичних бізнес-моделей та еволюцію логістичних інформаційних систем в умовах становлення цифрової економіки України.

У другому розділі розглянуто існуючу класифікацію інформаційних потоків та додано нові класифікаційні ознаки, розроблено теоретичні аспекти методології розвитку адаптивних потоків у цифровій економіці, а також вперше введено термін – «компланарні потоки», розглянуто фундаментальні підходи до управління віртуальною логістикою та виділено особливості цифрової трансформації інтегрованої логістики

У третьому розділі проведено аналіз сучасних логістичних концепцій, розкрито поняття та економічну сутність адаптивно-інтегрованої логістики, виявлено ризики при адаптивній інтеграції логістичних бізнес-процесів та визначено фактори підвищення якості логістичних послуг в умовах цифрової.

У четвертому розділі розроблено ряд моделей для управління компланарними потоками на основі апарату теорії нечітких множин, теорії ланцюгів Маркова та нейронних мереж в умовах віртуалізації взаємовідносин, побудована модель інтелектуального управління ризиками потоками.

У висновку викладено основні висновки, теоретичні положення та практичні рекомендації за наслідками проведеного дослідження.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1 ФОРМУВАННЯ РОЗВИТКУ ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ

- 1.1 Аналіз основних факторів розвитку інтегрованої логістики в Україні
- 1.2 Вплив інформаційних технологій на розвиток логістичного інструментарію
- 1.3 Цифрова трансформація логістичних бізнес-моделей
- 1.4 Еволюція логістичних інформаційних систем за умов становлення цифрової економіки в Україні

Висновки по 1 розділу

РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПОТОКОВОЇ ТЕОРІЇ ЛОГІСТИКИ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

- 2.1 Інформаційні потоки в умовах цифрової трансформації логістики
- 2.2 Методологія розвитку адаптивних потоків у цифровій економіці
- 2.3 Компланарні потоки як фактор зростання конкурентоспроможності вітчизняних провайдерів
- 2.4 Цифрова трансформація інтегрованої логістики

Висновки по 2 розділу

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ РОЗВИТКУ АДАПТИВНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИКИ

- 3.1 Сучасні логістичні концепції
- 3.2 Сутність адаптивно-інтегрованої логістики
- 3.3 Фактори підвищення якості логістичних послуг в умовах цифрової економіки

Висновки по 3 розділу

РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АДАПТИВНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИКИ

- 4.1 Управління компланарними потоками на основі нечітких алгоритмів
- 4.2 Модель нейронної мережі для автоматизованого вибору логістичного провайдера
- 4.3 Модель прогнозування попиту логістичних послуг на основі ланцюгів Маркова

Висновки по 4 розділу

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Інтегрована логістика в рамках процесів цифровізації та корінних трансформацій зазнає істотних змін. Широке поширення обчислювальних систем та новітніх технологій, таких як нейронні мережі, штучний інтелект, інтернет речей, блокчейн та ін. сприяє їхньому глибокому проникненню в логістичні процеси. В результаті почали утворюватися нові види логістичних систем із застосуванням «розумних» рішень та алгоритмів на основі інформаційно-комунікаційних технологій.

Застосування інтелектуальних інформаційних систем неминує веде до подальшого розвитку інтегрованої логістики з урахуванням сучасних викликів. Адаптивні технології в даний час набули досить широкого поширення, і логістика також не залишилася осторонь. У технологічні та логістичні процеси активно впроваджуються інноваційні рішення. В даний час у логістиці активно застосовується технологія штрихового, магнітного та 3D-кодування товарів, автоматичне внесення інформації до інформаційної системи, відстеження статусів замовлень, геолокація транспорту, контейнерів тощо. Система статусів дозволить своєчасно відслідковувати зміни у русі матеріальних потоків, виробляти план реагування на непередбачені ситуації та виконувати автоматичне прогнозування на основі нечітких моделей та алгоритмів штучного інтелекту.

Формування та розвиток методології адаптивно-інтегрованої логістики відбуватиметься на основі впровадження нових функцій та алгоритмів у корпоративні інформаційні системи, що підвищить якість бізнес-процесів організацій загалом, а також дозволить досягти наскрізного управління потоковими процесами. Ефективність функціонування підприємств при цьому збільшуватиметься. Це зумовлено скороченням часу прийняття рішень, зростанням швидкості обробки великих даних, моніторингом інформаційних масивів онлайн. Основним засобом підвищення ефективності є цифровізація найвитратніших логістичних процесів.

Сучасні логістичні інформаційні системи мають досить великий набір функцій, але що більше вимог висувається до інтеграційних процесів, то

складнішими стають моделі і тим складніше стає здійснювати інтеграцію логістичних операторів через сильних відмінностей у технологіях логістичного забезпечення.

Не менш актуальною проблемою є узгодження інформації між учасниками логістичних ланцюжків.

В умовах цифровізації економіки дана проблема є вкрай актуальним завданням для підвищення ефективності логістичної взаємодії. Логістика неминуче трансформуватиметься під впливом зовнішніх факторів, що вимагатиме застосування наукового підходу та розробки методології адаптивно-інтегрованої логістики із застосуванням інтелектуальних технологій

РОЗДІЛ 1 ФОРМУВАННЯ РОЗВИТКУ ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ

1.1 Аналіз основних факторів розвитку інтегрованої логістики в Україні

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та цифровізація в суспільстві в цілому, та різних бізнес-процесів підприємств призводить до кардинальних змін практично у всіх видах діяльності. Логістика дуже тісно пов'язана з багатьма галузями економіки, пронизуючи всі бізнес-процеси, починаючи від маркетингу та закінчуючи післяпродажним обслуговуванням клієнтів. Проєктування інтегрованих ланцюгів постачань охоплює процеси управління попитом, виробничі та складські процеси, процеси транспортної логістики, інформаційної логістики, утворюючи при цьому єдине управлінське середовище для всього ланцюга постачань. Однією з найважливіших проблем у цій галузі є дефіцит професійних кадрів, здатних мати всі необхідні компетенції для глобального розуміння завдань. Багато фахівців обмежені у компетенціях лише власною зоною відповідальності, що однозначно негативно позначається на управлінні всім ланцюгом постачань.

Одним із способів підвищення ефективності ланцюгів постачань є застосування на практиці концепції JiT (Just-In-Time), але це пов'язано з низкою труднощів, оскільки більшість підприємств, фірм, компаній не готові до такого суворого підходу до організації власних бізнес-процесів саме через залежність від своїх контрагентів. Високі ризики обумовлені тим, що залежність від контрагента обмежується не лише одним контрагентом, але й залежністю від третьої сторони – контрагента свого контрагента. складно організувати оперативну зміну в поточній діяльності через сильні залежності від ланцюгів «контрагент-контрагент». Дається взнаки інертність власного персоналу, яка проявляється через людські особливості і небажання змінювати усталені підходи в організації власної діяльності. Причому дана особливість притаманна практично всім без винятку компаніям. Причому такі зміни призводять до внутрішнього саботажу та

необхідності для керівництва у прийнятті кардинальних кадрових перестановок.

Глибокий аналіз діяльності провайдерів, учасників ланцюгів постачань дозволив виявити найбільш суттєві чинники, які значно впливають на розвиток ланцюгів постачань в умовах становлення цифрової економіки України, а саме:

- цифровізація бізнес-процесів у ланцюгах постачання;
- інтелектуальні інформаційні системи: транспортні; складські;
- електронний документообіг (включаючи податкову та бухгалтерську звітність);
- безпілотний транспорт;
- розумні дороги (smart road);
- комунікація між автомобілями (Vehicle-to-Vehicle) та автомобілів з інфраструктурою (Vehicle-to-Infrastructure);
- цифрові платформи з гарантованою цілісністю даних транзакцій (з урахуванням блокчейн);
- застосування аналітичних інструментів для здійснення предиктивної аналітики;
- застосування цифрових вітрин;
- застосування розподілених реєстрів;
- застосування IoT (Internet of Things);
- планування ланцюгів постачання в режимі онлайн;
- застосування 5PL для надання повного комплексу логістичних послуг на основі хмарних технологій та цифрових платформ.

Сучасні інформаційні технології та можливості глобальної мережі Інтернет знайшли широке застосування не лише серед бізнес-структур, а й у повсякденній діяльності широкого кола фізичних осіб. З їхньою допомогою можна істотно скоротити витрати на пошук необхідної інформації, її оцінки та перевірки. Якщо два десятиліття тому пошук необхідної наукової, технічної чи будь-якої іншої інформації означав додаткові витрати, то в умовах цифровізації необхідну інформацію можна отримати практично з будь-якого пристрою (смартфон, планшетний або стаціонарний комп'ютер) за мінімальний проміжок часу.

Для того, щоб інтегрована логістика отримала новий імпульс розвитку,

необхідно використовувати новітні досягнення в сфері інформаційних технологій, такі як блокчейн, штучний інтелект, інтернет речей і т.д. В результаті ефективного застосування логістичного бізнес процесу отримують потужну інформаційно-технологічну підтримку. При цьому забезпечується трансформація логістики за рахунок формування єдиного інформаційного простору, що об'єднує всіх учасників логістичних взаємин. Застосування «розумних» технологій дозволить реалізувати цілу множину недоступних раніше можливостей з управління логістичними потоками.

Застосування єдиних управлінських принципів в інтегрованому ланцюгу постачань дозволяє підвищити ефективність всього ланцюга загалом, включаючи як клієнта, і його постачальників, і споживачів. Інтеграція логістичних бізнес-процесів дозволяє узгоджувати діяльність всіх підрозділів – учасників логістичного ланцюга, скорочуючи виробничий цикл та запаси, логістичні витрати, підвищуючи обіговість запасів та обіговість капіталу. Інтегрований ланцюг постачань може розглядатися як єдиний механізм із зворотним зв'язком, що дозволяє своєчасно реагувати на будь-які кон'юнктурні зміни ринку. Практично будь-яка фірма – учасник логістичного інтегрованого ланцюга постачань має подвійну природу, будучи одночасно комусь постачальником, а когось іншого споживачем. Інтеграція логістичних бізнес-процесів дозволяє більш точно планувати ресурси підприємства за рахунок системного підходу, при якому стан об'єкта, що досліджується, розглядається у взаємозв'язку з усіма компонентами логістичного ланцюга.

Однією з найважливіших цілей інтегрованої логістики є скорочення логістичних витрат. Для оптимізації бізнес-процесів, підвищення точності прогнозування та більш конкретного планування ресурсів використовують спеціалізовані логістичні інформаційні системи, головною особливістю яких є підвищення продуктивності підприємства. Інформаційні технології є необхідною умовою існування підприємства і давно вже не є конкурентною перевагою, а є віртуальною інфраструктурою, як би «кровоносна система» за якою циркулюють інформаційні потоки.

Практично будь-який вид діяльності сучасного підприємства ґрунтується на

застосуванні інформаційних технологій, таких як комунікації через мережу Інтернет та застосування мобільних технологій. Застосування мережі Інтернет практично невіддільне від логістичних бізнес- процесів. Жоден глобальний маршрут може бути спроектований без застосування мережевих технологій, сучасна торгівля дуже щільно використовує Інтернет-комунікації. Статистика використання Інтернету для замовлень товарів (послуг) показує впевнений щорічний приріст (рис.1.1).

Мобільні технології застосовуються не тільки для здійснення Інтернет-покупок звичайними користувачами, а також для комунікацій віддалених співробітників, наприклад, віддалений менеджер може працювати з внутрішньою інформаційною системою за допомогою мобільного додатка.



Рисунок 1.1 – Використання мережі Інтернет для замовлень товарів та/або послуг

У дослідженні, виконаному аналітичним агентством tadviser, було зазначено найперспективніші технології, які здатні суттєво змінити кон'юнктуру глобальних ринків. В результаті їх розширеного аналізу обрано найбільш актуальні, які доцільно використовувати в управлінні ланцюгами постачань у

середньостроковій перспективі:

1. Автономні транспортні мережі можуть успішно застосовуватися для безпілотної доставки вантажів і товарів. В основу реалізації цієї технології можуть бути закладені алгоритми штучного інтелекту та високошвидкісні канали зв'язку. Для успішної реалізації цього напряму необхідна підтримка на державному рівні, оскільки нині існують юридичні обмеження використання безпілотних апаратів (як літальних, і наземних).

2. Big Data (Великі дані). За допомогою технології аналізу великих даних (Data Mining) можна виявляти нові залежності та отримувати структуровані знання з великого масиву накопичених даних для прогнозування та автоматизації процесу ухвалення рішень.

3. Блокчейн. Одна з актуальних та суперечливих технологій. Здобула свою популярність на тлі бурхливого розвитку криптовалют, але при цьому досі не знайшла іншого промислового застосування. Для логістики може становити інтерес при створенні єдиного глобального журналу транзакцій або реєстру, захищеного від редагування та підробок. Інформація, розміщена в ланцюжку блокчейн, не піддається модифікації, що гарантує цілісність і достовірність вихідних даних.

4. Штучний інтелект та машинне навчання. В даний час дуже популярна технологія. На основі алгоритмів штучного інтелекту працюють алгоритми розпізнавання текстів та образів, класифікації об'єктів, пошуку людей за фотографіями, семантичного аналізу текстів та багато інших. Для цієї технології існує безліч бібліотек і фреймворків (від англ. Framework – платформа, що полегшує розробку програмного продукту). Технологія активно популяризується і в даний час можна знайти надбудови створення нейронних мереж для MS Excel.

Розвиток обчислювальних технологій отримало настільки стрімкі темпи, що почало впливати на способи взаємодії з партнерами та клієнтами. Для підтримки управлінських функцій застосовуються інформаційні системи з підтримкою ухвалення рішень (СППР), які дозволяють компенсувати відсутність у менеджерів практичних навичок та експертних знань. Якщо раніше авторитет керівника формувався на основі особистого досвіду та лідерських якостей, що в

очах співробітників мало значно більший вплив, ніж лише лідерські якості без практичного досвіду, то в даний час наявність практичного досвіду стала неовов'язковою. Проте роль сучасного керівника часто полягає лише в управлінні, чим і зумовлена сучасна концепція підготовки універсальних ефективних менеджерів, які можуть керувати ефективно (або неефективно) у різних галузях за допомогою сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень, у яких запрограмовані типові сценарії та експертні знання. Застосування цих систем допомагають суттєво скоротити ризики управлінських рішень, тим самим підвищуючи прибутковість логістичних операцій.

Одночасно зі зростанням затребуваності мережі Інтернет відзначається зростання онлайн-продажів в інтернет-магазинах з використанням мобільних пристроїв. Постійна доступність мобільних пристроїв дозволяє робити покупки не тільки зі стаціонарних комп'ютерів, а й за допомогою мобільних пристроїв, що дозволяє суттєво заощаджувати час користувача.

Обсяги Інтернет-продажів у Україні показують стійке зростання і за прогнозами аналітичного агентства DataInsight до 2025 складуть близько 2400 млн. грн. (рис. 1.2).

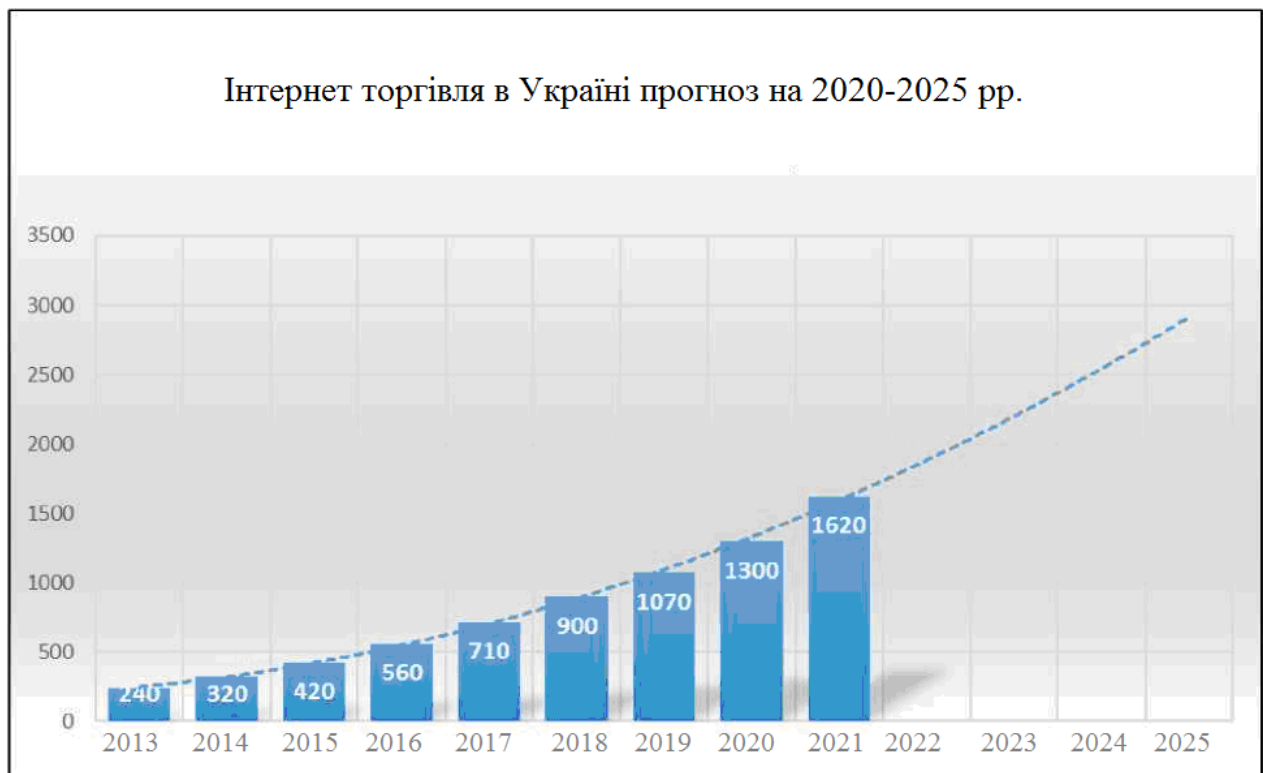


Рисунок 1.2 – Інтернет-торгівля у Україні, прогноз на 2020-2025рр.

Незважаючи на те, що ринок електронної комерції показує впевнене зростання, у тому ж звіті аналітичного агентства DataInsight зазначається, що сума середнього чека при цьому знижується. Аналізуючи дані факти та прогнози, можна зробити обґрунтований висновок, що логістична підтримка електронного бізнесу має безперервно розвиватися, щоб забезпечити бізнес якісними послугами та підвищити ефективність власних бізнес-процесів.

Для забезпечення Інтернет-торгівлі якісними логістичними послугами провайдер має забезпечити найвищий рівень організації ланцюгів постачання, що практично неможливо без інформаційно-технологічної підтримки.

Варто підкреслити, що стосовно ситуації розвитку технологій штучного інтелекту є ситуації, такі як розпізнавання зображень, алгоритмічна торгівля цінними паперами і управління даними пацієнтів охорони здоров'я, мають величезний масштабний потенціал, тоді як інші є нішевими додатками. Аналогічним чином, кілька ключових секторів промисловості, включаючи споживчі товари, бізнес послуги, рекламу, фінанси та інвестиції, медіа та розваги та оборонні програми, будуть приносити значний дохід від реалізації програмного забезпечення на основі ШІ на додаток до продажу обладнання та послуг на його основі.

В найближче десятиліття інтелектуальні технології вплинуть практично на всі галузі промисловості.

Великий бізнес, підприємці та держава зацікавлені у якісному логістичному забезпеченні при наданні державних послуг та при здійсненні торгівлі, у тому числі торгівлі через Інтернет.

Для оцінки рівня логістичної підтримки на міждержавному рівні використовується Індекс LPI – Logistics Performance Index, розроблений Світовим банком. Цей індекс має агрегуючий характер і враховує одночасно шість показників:

1. Ефективність митних процесів.
2. Транспортну інфраструктуру та якість супутніх послуг.
3. Рівень цін під час постачання товарів.
4. Якість логістичних послуг.

5. Можливість моніторингу вантажів.
6. Частота (регулярність) одержання вантажів вантажоодержувачем.

Індекс ефективності логістики дозволяє оцінити продуктивність всього ланцюга постачання всередині країни. Періодичність випуску Індексу – два роки.

Розвиток інтегрованої логістики дуже тісно пов'язаний із інноваціями в інформаційних технологіях. Вперше термін «інновація» запроваджено австрійським ученим Йозефом Шумпетером у роботі «Теорія економічного розвитку», з якого починається серія досліджень з класичної теорії інновацій, і яка надалі взята за основу цифрової економіки. Й. Шумпетер розглядав інновації як появу «нових комбінацій» виробництва, тобто вкладав у це поняття сенс фактора виробництва.

Підйом економіки можливий під впливом наступних п'яти факторів:

1. Застосування нової техніки та технологічних процесів.
2. Випуск нового продукту або кардинальне оновлення властивостей існуючого.
3. Застосування нового виду сировини.
4. Зміна організації виробництва та його матеріально-технічного забезпечення.
5. Перехід чи проникнення у нову ринкову нішу.

У міру впровадження інновацій в економічні процеси рано чи пізно настає такий момент, коли починається їхнє масове впровадження. Процес прийняття технологій закладено в основу теорії «Дифузія інновацій», яка була розроблена Евереттом Роджерсом (рис.1.3)

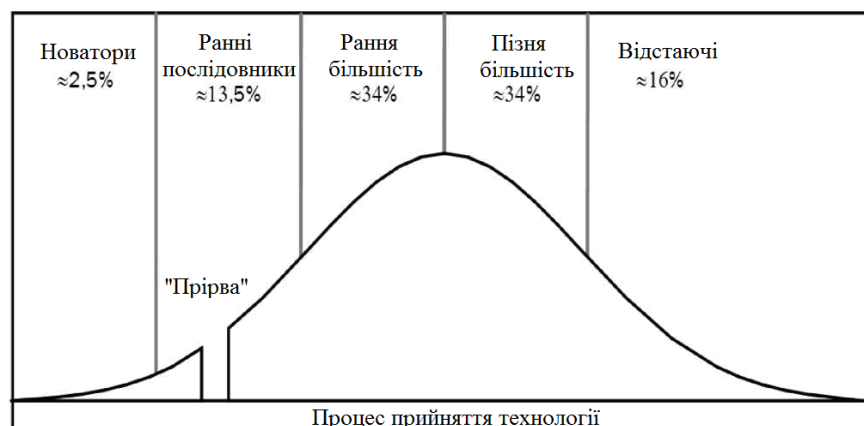


Рисунок 1.3 – Дифузія інновацій

У ході спостережень за життям фермерів, Роджерс зауважив, що з появою нового насіння та методів обробітку сільськогосподарських культур, деякі фермери починали їх використовувати відразу ж, а інші чинили опір до останнього, дотримуючись старих традицій. В результаті спостережень було виділено п'ять категорій користувачів, які розділені за активністю прийняття технології: новатори, ранні послідовники, рання більшість, пізніше більшість, що відстають. Надалі ці категорії були поширені всім користувачів без винятку і асоціативність у назві категорії дозволяє відразу ж зрозуміти суть теорії.

Оскільки інформаційні технології є основними задля забезпечення логістичних бізнес-процесів, то впровадження інноваційних рішень здійснюється за розглянутими вище принципами та теоріями. Ще одним важливим інфраструктурним компонентом інтегрованої логістики є телекомунікації та зв'язок, які істотно впливають на логістичні бізнес-процеси.

Аналіз діяльності вітчизняних провайдерів показав, що однією з актуальних проблем зв'язку є нестача пропускної спроможності каналів для забезпечення надійного з'єднання користувачів інформаційних систем і напряму Інтернету речей (IoT), що активно розвивається, застосування якого вже зараз вкрай важливе для логістики. Розвиток Інтернету речей, концепції «розумний дім», яка використовується також у промисловості та логістиці, зокрема, вимагає величезної кількості підключень з необхідним рівнем якості для сталого зв'язку та безперебійної передачі даних. Технології бездротового зв'язку, що діють, не здатні забезпечити необхідну кількість і якість підключень через недостатню швидкість. Нове покоління зв'язку 5G здатне забезпечити якісним зв'язком не тільки користувачів Інтернету, а й величезну кількість «розумних» пристроїв, кожному з яких потрібне власне підключення. Пропускна здатність каналів 5G буде від 10 до 100 разів вищою за пропускну здатність існуючої мережі LTE. Мабуть, найістотнішим недоліком переходу на технологію 5G є її вартість, яка виявиться набагато вищою від вартості переходу від 3G до LTE. Головною причиною такої високої вартості є більш висока щільність розміщення базових станцій та дорожче обладнання, яке встановлюється на цих станціях.

Безпосередній інтерес до розвитку технології 5G мають оператори зв'язку.

Але, враховуючи дорожнечу розгортання, можливий розвиток наступного сценарію. У першу чергу будуть охоплені найбільш завантажені міста та федеральні центри, що дозволить на першому етапі отримати більш високий прибуток, ніж при впровадженні в слабо завантажених регіонах. Потім, у міру зменшення завантаженості, охоплюватимуться і регіони.

Крім дорожнечі розгортання, існує ще один стримуючий фактор, а саме виробництво чіпів з підтримкою 5G, яке не встигає за темпами зростання затребуваності. Потрібно близько 3-5 років, щоб забезпечити комерційну привабливість для операторів мобільного зв'язку.

1.2 Вплив інформаційних технологій на розвиток логістичного інструментарію

Для оптимізації логістичних бізнес-процесів до теперішнього часу розроблено та використовується у практичній діяльності досить велика кількість інструментальних засобів. Багато хто з них побудований на традиційних (клієнт-серверних) архітектурах. Однак за останні п'ять років дуже активно став розвиватися напрямок, пов'язаний із застосуванням технологій ШІ, таких як Data Mining, Text Mining, машинне навчання та нейронні мережі. Їх застосування дозволяє виявляти кореляційну залежність між різними компонентами логістичних ланцюгів, створюючи передумови зменшення витрат і збільшення результативності ланцюгів постачань.

Другим за значимістю надання досить сильного впливу розвиток логістики в сучасних умовах стає:

- застосування хмарних технологій;
- технологій віртуалізації робочих місць, серверів, дискових сховищ даних;
- віртуалізація IT-інфраструктури.

Практична можливість віртуалізації дозволяють забезпечити гнучкість та динамічність під час проектування логістичних бізнес-процесів.

Більше того, в умовах становлення цифрової економіки багато провайдерів широко використовують ці технології для того, щоб вийти за межі своєї фізичної

інфраструктури з метою реалізації більш гнучкої інтеграції зі своїми контрагентами та партнерами. Застосування хмарних технологій дозволяє реалізувати концепцію BYOD (Bring Your Own Device) та «відв'язати» співробітників від робочого стаціонарного комп'ютера.

Такий підхід дозволяє надати власному персоналу, клієнтам, контрагентам можливість використовувати більш широкий набір сервісів, а також доступ до них в режимі реального часу.

У загальній теорії логістики інформаційний потік сприймається як сукупність інформаційних повідомлень між довкіллям і логістичною системою та носить супутній характер. В той час за умов віртуалізації відносин значення даного потоку для логістичних систем стає основним.

Багато підприємств, фірм, компаній проводить аналіз діяльності із застосуванням сторонніх аналітичних інструментів: BI –систем (системи бізнес-аналітики), аналітичні платформи (Deductor, Loginom, Knime та ін), але при необхідності їх частого використання для актуалізації даних та підвищення оперативності прийняття рішень доцільно інтегрувати даний інструментарій у логістичну інформаційну систему (ЛІС).

ЛІС – це спеціалізований клас інформаційних систем, які дозволяють автоматизувати управління логістичними потоками та підвищити загалом ефективність логістичних бізнес-процесів. ЛІС можуть бути як самостійними інформаційними системами, так і можуть бути представлені у вигляді модулів, що розширюють функціонал корпоративних інформаційних систем управління підприємством, фірмою, компанією.

Геолокаційні системи (геоінформаційні системи) – це порівняно молодий клас програмного забезпечення, які можуть опрацьовувати дані про географічне положення об'єкта (транспорт, контейнер та ін.) для збереження поточних координат у базі даних (БД), проектувати маршрути руху з урахуванням різних обмежень. Геоінформаційні сервіси ((LBS) – Location-based services), є основним компонентом навігаційних систем, що застосовуються як на цивільному транспорті, так і на військовому та комерційному. Крім визначення локації транспорту, дана технологія може застосовуватися для визначення координат

людини (за координатами її мобільного пристрою). Вантажний транспорт може з таким самим успіхом використовувати інформацію про організації з географічною прив'язкою по координатах GPS для пошуку найближчого пункту або станції обслуговування, заправної станції, а також може отримувати інформацію про іншого учасника перевезень. У логістиці такі системи вкрай корисні підвищення оперативності обробки та доставки замовлення. Поєднання технологій геоінформаційних сервісів та технології RFID дозволяє автоматизувати бізнес-процеси не лише з перевезення вантажів, а й з комплектування безпосередньо контейнерів.

Розвиток технологій геопозиціонування дозволило звести до мінімуму похибки при визначенні координат об'єктів, що відстежуються, і у зв'язці з найбільшими картографічними сервісами Google Maps надається можливість більш точного проєктування маршрутів.

У віртуальному середовищі дуже широке поширення отримав новий вид реклами, що відрізняється більшою ефективністю – це реклама, заснована на геотаргетингу (LBS), в результаті якої користувач отримує рекламу тільки тих закладів та організацій, які знаходяться від нього в безпосередній близькості.

Найширші можливості технологій (від відстеження координат мобільного пристрою користувача до відстеження положення комерційного транспорту з відображенням на інтернет-сайтах) дозволяють замовникам в онлайн-режимі відстежувати маршрут і поточне положення вантажу або транспорту та застосовувати дані сервіси в різних галузях та сферах бізнесу. Об'єднання функціоналу штрихового та RFID –кодування у складі традиційних логістичних інформаційних систем з геоінформаційними сервісами дозволить забезпечити набагато більшу гнучкість при проєктуванні ланцюгів постачань.

Вищий ступінь у ієрархії інформаційних систем займають інтелектуальні системи (ІС). Розвиток інтелектуальних технологій (ІТ) здійснюється величезними темпами. За останні роки з'явилося безліч програмних бібліотек та фреймворків для роботи зі ШІ (машинне навчання та нейронні мережі, машинний зір, розпізнавання образів та багато іншого). ШІ з успіхом застосовується практично у всіх галузях науки, техніки, бізнес-аналізу і, зокрема, логістики. ІТ

дозволяють автоматизувати деякі процеси, які раніше вимагали обов'язкової участі людини.

Інтелектуальні технології в інформаційних системах застосовуються окрім логістики та в інших сферах діяльності – це промисловість, державні послуги, економічна безпека та багато інших. Цифровизация бізнес-процесів, які раніше вимагали участі людини дозволяють як скоротити витрати, а й підвищити конкурентоспроможність, оскільки послуги, що надаються інтелектуальними сервісами, можуть виявлятися цілодобово з високим рівнем результативності.

З вищевикладеного випливає, що застосування нових алгоритмів дозволяє:

- обробляти неструктуровану інформацію, знаходити сенс та емоційну складову висловлювань;
- працювати з нечіткими вхідними даними (коли немає чіткої формалізації вхідних параметрів);
- працювати з надмірною інформацією;
- обробляти суперечливі вхідні дані

Хмарні програми – це програмні комплекси, розташовані на серверах з можливістю доступу із зовнішніх мереж і які працюють, в основному, через веб-інтерфейс і не потребують встановлення клієнтських пристроїв.

Найбільш поширеними хмарними сервісами є: SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) та IaaS (Infrastructure as a Service). За результатами аналітичного дослідження, виконаного аналітичним агентством iKS-Consulting, обсяг ринку хмарних сервісів зріс на 17,5% у доларах США та на 25% у національній валюті. Зростання інтересу до хмарних технологій з боку великого бізнесу викликане такими факторами:

- зростання довіри до постачальників послуг;
- оптимізація витрат на власну IT-інфраструктуру;
- доступність хмарних технологій у зв'язку із зростанням кількості постачальників;
- державне регулювання щодо захисту національного ринку.

За результатами дослідження було зроблено прогноз щорічного зростання ринку хмарних технологій на 23% до 2022 року. При цьому деякі сегменти

можуть показувати вищі значення, аж до 30-31% на рік.

З появою програмних комплексів, що розміщуються в інформаційних хмарах, з'явився новий напрямок – хмарна логістика, яка передбачає управління логістичними бізнес-процесами на основі хмарних додатків та сервісів.

Застосування хмарних сервісів дозволяє автоматизувати управління транспортними компаніями, управління взаємовідносинами з клієнтами, управління закупівлями та складом, управління виробництвом, управління фінансами та ін. Основна вигода від їх використання – відсутність основних етапів впровадження інформаційних систем: збір вимог до додатку, проєктування сервісу розробка, впровадження, тестування. Підприємству необхідно сформулювати свої бізнес-вимоги та вибрати найкращий хмарний сервіс. Після укладання договору та оплати тарифного плану система одразу ж придатна для використання. Даний підхід дозволяє істотно скоротити сукупну вартість володіння додатком, тому що немає необхідності в капітальних витратах на придбання обладнання та розробку сервісу. В результаті окупність може наступити не через кілька років, як у звичайній практиці при впровадженні великих інформаційних систем, а буквально вже через кілька місяців її використання.

1.3 Цифрова трансформація логістичних бізнес-моделей

У класифікації господарську діяльність суб'єктів виділяють чимало видів послуг, наприклад, аудиторські послуги, консалтингові послуги, телекомунікаційні послуги та інші. У багатьох вчених економістів немає єдності у цьому питанні. Причин такого стану справ багато. Найважливіші пов'язані з розвитком науково-технологічного прогресу, коли понятійний апарат не встигає досить швидко відреагувати на нові види господарської діяльності, інтелектуально-креативні інновації, наукові відкриття. Крім того, намагаючись найповніше розкрити економічну сутність послуги, вчені привносять в трактування власне бачення проблеми, виділяють особливості, яка вважається найважливішою в даному контексті.

У вітчизняній економіці розглядається повна взаємозамінність термінів «логістичний сервіс» та «логістична послуга» як повних синонімів, котрим також існує своя класифікація. Основні риси наведені нижче:

- обслуговування задоволення споживчого попиту – це комплекс послуг, вкладених у задоволення попиту (час виконання замовлення, періодичність поставань, якість виконання замовлень та інших.);

- виробничий сервіс – це послуги з обслуговування продукції, що виробляється на всіх етапах життєвого циклу (від моменту замовлення до моменту введення в експлуатацію, включаючи навчання користувачів);

- сервіс післяпродажного обслуговування – це послуги, що надаються після відвантаження товару, які включають гарантійні та постгарантійні роботи;

- сервіс інформаційного обслуговування – це послуги з надання споживачам інформації про продукт та його обслуговування, включаючи рекламну діяльність;

- сервіс фінансово-кредитного обслуговування-це послуги з надання товарів у кредит чи розстрочку, можливості оплати за фактом отримання товару, різноманітні бонуси чи знижки, а також послуги з класичного кредитування.

Через війну широкого застосування сервісного підходу у логістиці сформувалося окреме напрям, який став називатися сервісної логістикою, тобто розділ логістики, що займається організацією та наданням логістичних послуг.

Логістичний сервіс реалізується під час продажу матеріальних чи цифрових товарів, і навіть інших послуг.

Застосування логістичного сервісу дозволяє підвищити конкурентоспроможність підприємства, збільшити обсяги продажів, забезпечити інформаційний супровід угод, підвищувати лояльність споживачів та стимулювати їх до здійснення покупки, а також позитивний досвід попередніх угод дуже часто призводить до повторних контрактів. Таким чином, предметом логістичного сервісу є певний комплекс відповідних послуг, а об'єктами логістичного сервісу є конкретні споживачі матеріальних потоків.

Аналіз показує, що додаткові логістичні послуги потрібні для великої кількості бізнес-процесів у різних галузях народного господарства. надалі необхідні гарантійні та післягарантійні послуги, включаючи післяпродажну

підтримку. сприяють підвищенню та подальшому утриманню заданого рівня конкурентоспроможності.

Автоматизація логістичних послуг із застосуванням ІТ дозволяє підвищити ефективність бізнесу з допомогою скорочення витрат. Скорочення штату під час запровадження ІС одна із найпопулярніших і очевидних управлінських рішень, яке, до того ж, досить легко піддається кількісному розрахунку. З одного боку, скорочення витрат підприємствам – це досить позитивний чинник, але, з іншого боку, цей факт призводить до того, що кількість вакансій, які підпадають під скорочення стрімко збільшується.

Інтенсивний розвиток технологій неминуче тягне за собою зміну логістичного забезпечення. .

Варто наголосити, що в логістиці автоматизація бізнес-процесів також здійснюється з метою скорочення витрат за рахунок скорочення персоналу. В даний час великі магазини та постачальники впроваджують технологію роботизованих складів. Із закордонного досвіду дуже цікавий досвід компанії Amazon, яка однією з перших почала впровадження роботизованих складів. Застосування роботів дозволило компанії скоротити робочий цикл більш ніж у 4 рази (з 60-75 хв. до 15 хв.), операційні витрати на 20%.

У США та Китаї зараз запущено цілу низку повністю автономних складів. Оскільки на таких складах участь людини не передбачається, роботи працюють у темряві, економлячи при цьому електрику. У роботизованих складах використовуються роботи-сортиувальники, роботи-паллетайзери, роботи зчитувачі (для проведення інвентаризації на основі RFID –міток). Аналіз даного тренду дозволив зробити висновок, що з'явилася нова тенденція: не використовувати окремих роботів, а застосовувати інтегровані рішення для оптимізації завантаженості і людей та роботів.

Надання логістичних послуг необхідно здійснювати у безперервному режимі задоволення потреб споживачів, що дозволяє говорити про логістичну підтримку поточкових процесів 24 години на добу. Надання послуг може займатися як саме підприємство, фірма, компанія, так і посередник або логістичний провайдер. Залежно від типу логістичної системи та структури

інтегрованого логістичного ланцюга, частина послуг може надаватися в автоматичному режимі. Особливо це актуально для сфери електронної комерції, адже конкурентоспроможність електронного магазину залежить від швидкості доставки товару споживачеві. У ряді випадків фактор швидкості доставки робить навіть більший вплив на вибір саме цього магазину, ніж ціна. В електронній комерції автоматизації добре піддаються перед- та післяпродажні консультації за допомогою технології розмовних роботів (програмних роботів, які здатні вести діалог з відвідувачем природною мовою).

В даний час соціальні мережі та месенджери пропонують можливість створення ботів на своїх платформах, що також сприяє їх популяризації. На початкових етапах розвитку технології розмовних роботів її застосування сприймалося користувачами на диво, викликало підвищений інтерес і призводило до збільшення продажів. Насьогодні технологія набула широкого поширення, багато сайтів стали використовувати роботів з економічних міркувань, оскільки робот може працювати вдень і вночі, без свят, вихідних та лікарняних, а також не вимагали заробітної плати. Для сучасного досвідченого користувача такі боти, які з'являються у спливаючих вікнах сайту, перетворилися з переваги на дратівливий чинник.

Логістичні оператори можуть надавати різні послуги і в залежності від набору послуг вони поділяються на рівні PL (Party Logistic), яких в даний час виділяють 5 і навіть 6. Провайдери рівня 1PL забезпечує логістичні процеси власними силами і його ще називають логістичний інсорсинг. Провайдери 2 PL – це частковий аутсорсинг логістичних процесів.

Найбільший інтерес для розгляду представляють провайдери рівня 3PL та вище. Провайдери рівня 3PL забезпечують комплексний логістичний аутсорсинг, але не беруть участі в проектуванні ланцюгів постачань. Основні послуги – це транспортування, складування, експедирування вантажу, фасування товарів та ін. При цьому на підприємстві існує власний фахівець із логістики, який займається цими питаннями. 4PL провайдер займається повним проектуванням логістичного ланцюга постачання свого клієнта. Внутрішні логістичні процеси управляються постачальником послуг. Якщо висловитися трохи простіше, то 4PL це провайдер

3PL плюс планування та управління ланцюгами постачання. Провайдер 5PL – це провайдер, який не тільки комплексно управляє логістичними процесами та інтегрованими ланцюгами постачання своїх клієнтів, але й надає мережеві послуги на основі єдиного інформаційного простору в умовах трансформації логістичних процесів.

Інформаційно-технологічна підтримка є основним компонентом даного типу провайдерів, і з цієї причини вони можуть не мати власних матеріальних активів. Провайдери рівня 5PL взаємодіють із клієнтами на стратегічному рівні, займаючись спільним плануванням логістичних операцій (рисунок 1.4).

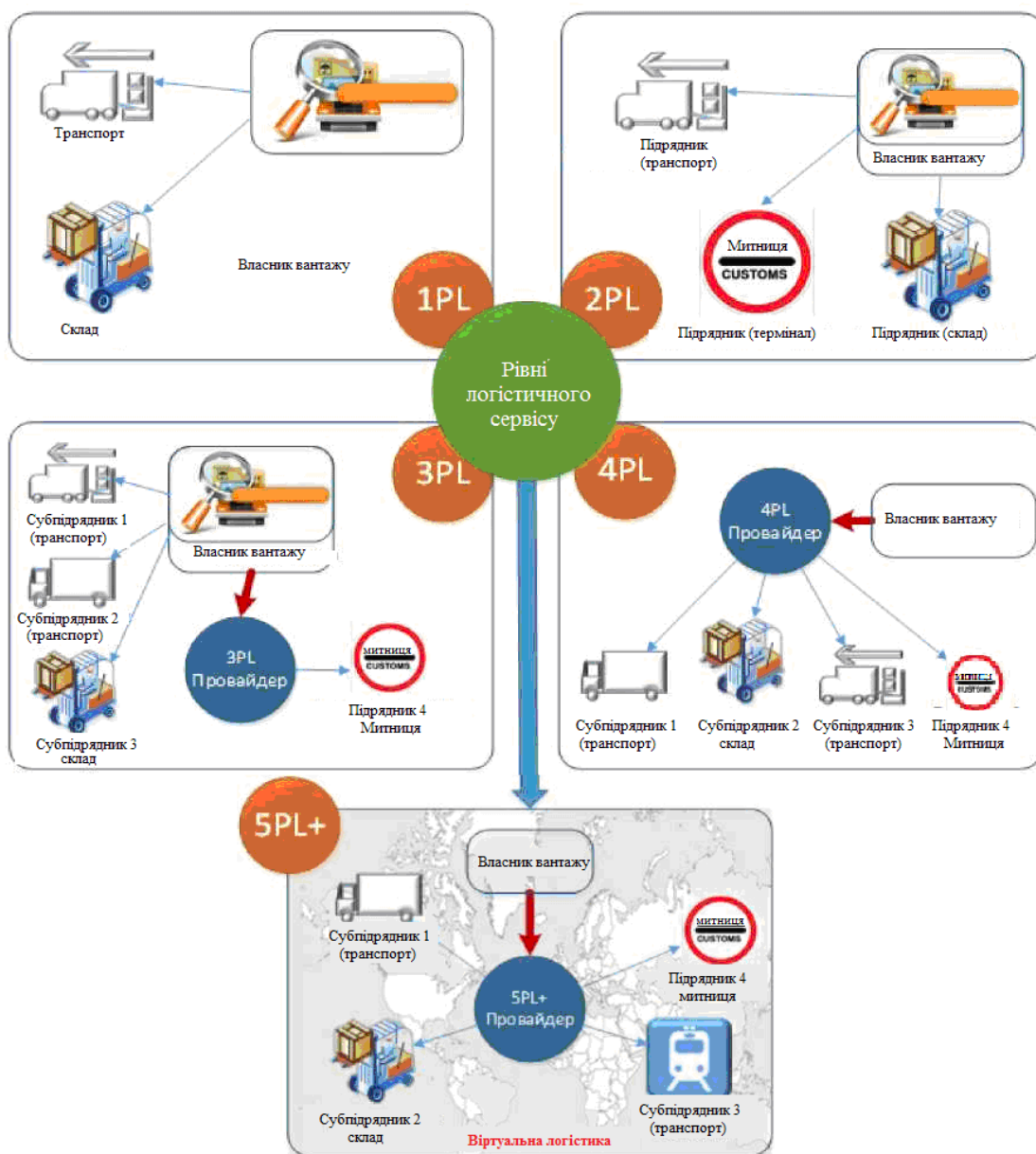


Рисунок 1.4 – Рівні логістичного сервісу

З приводу рівня 5PL у фахівців-практиків переважає поки що думка, що цей

рівень є лише удосконаленим рівнем 4PL з автоматизацією та оптимізацією пошуку логістичних рішень. Клієнт завжди має вибір, вдаватися до послуг провайдера або займатися внутрішньою логістикою самостійно. Якщо клієнт вирішує вдаватися до послуг, аутсорсингу, то, крім безумовних вигод у плані розробки стратегії, управління, проєктування та підтримки логістичних процесів провайдером, клієнт змушений нести ризики втрати кваліфікації власних співробітників та втрати власних логістичних процесів.

Максимальний ефект від використання аутсорсингу можна досягти лише за наявності якісних та високотехнологічних засобів автоматизації логістичних бізнес-процесів при об'єднанні інформаційних систем. В результаті об'єднання можна отримати інформаційну прозорість усіх інформаційних, фінансових і при необхідності логістичних потоків, що залишилися, що повністю виключить можливість ведення «сірих» схем і підвищить довіру в ході співпраці.

Логістичне забезпечення провайдерів рівня 5PL безпосередньо пов'язане з віртуальним середовищем, яке використовується для надання повного спектра послуг. У зв'язку з цим провайдери цього рівня повністю відповідають стратегії цифровізації логістики в рамках національного проєкту «Цифрова економіка», переходячи на віртуальні взаємини, віртуальні бізнес-процеси та глобальне об'єднання учасників інтегрованих логістичних ланцюгів. Для реалізації нових маркетингових та аналітичних можливостей, вибудовування логістичної інфраструктури принципово нового типу. Провайдери використовують новітні досягнення науки та техніки, включаючи технології «Розумний дім», «Інтернет речей» (Internet of Things – IoT), Найсучасніші алгоритми штучного інтелекту, машинного навчання, технології великих даних та ін..

При проведенні критичного аналізу рівнів сучасного логістичного сервісу та провайдерів у науковій літературі були виявлені спроби зміни існуючої класифікації шляхом додавання до неї нового рівня 6PL. В якості головної відмінної ознаки пропонувалося спеціалізоване програмне забезпечення (ПЗ), яке автоматично формує схеми стійких взаємодій учасників інтегрованих ланцюгів постачань.

Провайдер 5PL вже містить цю ознаку за рахунок застосування

спеціалізованих інформаційних систем, технологій та глобальних мереж, хоча він не формалізований у явному вигляді. Віртуалізація взаємовідносин, що стала вже для провайдерів 4PL і 5PL, не може стати вирішальним фактором для введення нового класифікаційного рівня.

Сучасні технології кодування товарів (штрихове кодування, QR-кодування, RFID-мітки та ін), технології геопозиціонування та моніторингу транспорту та вантажів дозволяють надавати логістичні послуги принципово нового рівня за рахунок оперативності надання даних, скорочення витрат. Подальший напрямок розвитку провайдерів рівня 5PL – це впровадження та поступовий перехід на інтелектуальні технології (ІТ), як базові, що дозволить автоматизувати більш складні функції та бізнес-процеси. Кваліфіковані фахівці отримують дуже потужну підтримку у вигляді інтелектуальної інформаційної системи, що самонавчається. Такі системи оперуватимуть експертними знаннями, зможуть надавати інформаційну підтримку при прийнятті управлінських рішень, навчатися на основі досвіду співробітників та ретроспективних даних корпоративних інформаційних систем та у ряді випадків та приймати деякі рішення самостійно.

Для реалізації цього необхідна вдосконалена архітектура логістичної інформаційної системи, головною ланкою якої стануть сучасні алгоритми та механізми автоматичного накопичення та обробки даних.

До складу логістичної інформаційної системи мають увійти кілька нових типів модулів для централізації різних процедур:

- парсер – виконує автоматичний збір нових даних із внутрішніх та зовнішніх інформаційних ресурсів;
- агрегатор – сортує, додає мета-дані та зберігає в буферну зону для аналізу;
- аналітичний модуль – виконує семантичний аналіз даних у буферній зоні, готує дані для машинного навчання;
- модуль проєктування – проєктує інтегрований ланцюг постачань на основі наявних даних;
- логістичний модуль – функціонал традиційних логістичних інформаційних систем.

Неминуча зміна принципів надання логістичних послуг викликана бурхливим розвитком ІТ-технологій та комунікацій. Рівень 5PL, який також називають віртуальною логістикою, безперервно розвиватиметься в міру цифровізації суспільства, розвитку інтелектуальних алгоритмів. Кількість провайдерів 5PL постійно зростатиме, а їх інформаційні системи будуть використовувати ІТ, як базові.

Питання про незмінність класифікації логістичного сервісу може знову стати актуальним на тлі розвитку нових принципів ведення логістичних операцій і в кінцевому підсумку вимагатиме перегляду. що можна запропонувати науковій спільноті – це додати знак «+» до рівня 5PL або просто розширити існуючу класифікацію за рахунок додавання нових особливостей.

- автоматизація експертних функцій;
- єдиний простір бізнес-процесів;
- застосування інтелектуальних технологій як базові;
- застосування моделей адаптивного управління логістичними потоками;
- функціонування з урахуванням механізму копланарних потоків;
- автоматизоване проєктування ланцюгів постачання.

1.4 Еволюція логістичних інформаційних систем за умов становлення цифрової економіки в Україні

Адаптивно-інтегрована логістика передбачає об'єднання процесів провайдера послуг, клієнта та постачальника в єдиний інформаційний простір, при якому можлива як централізована модель управління процесами, коли одна з інформаційних систем є головною, так і децентралізована модель, при якій управління процесами здійснюється незалежно один від одного, а інформаційні системи учасників логістичних взаємодій регулярно обмінюються інформацією між собою.

Алгоритми, побудовані на основі методів ШІ, здатні вивести провайдера послуг з рівня масового обслуговування на рівень персоналізованого й автоматизованого надання послуг та автоматизованого прийняття рішень при

інтеграції інформаційних систем . дозволяє з необроблених даних витягувати різні залежності, вирішувати завдання класифікації та кластеризації, автоматизувати обробку даних та готувати персоналізовані рекомендації.

Найбільшим ускладненням при формуванні інтегрованих логістичних ланцюгів є питання отримання доступу до інформаційного простору інших інформаційних систем. Деякі учасники з різних власних міркувань та упереджень не вітають відкриття доступу до своєї інформаційної системи для своїх партнерів або логістичних провайдерів. Основні мотиви – це інформаційна безпека, можливість доступу до конфіденційної інформації, розкриття власних бізнес-процесів.

Результатом інтеграції логістичного ланцюга стає можливість управління логістикою в реальному часі для досягнення максимального ефекту від інтеграції процесів та спільної діяльності. Ланцюг інтегрованих ділових взаємовідносин є наскрізним і поєднує бізнес-процеси постачальника, споживача і безпосередньо аналізованої організації (рис. 1.5).

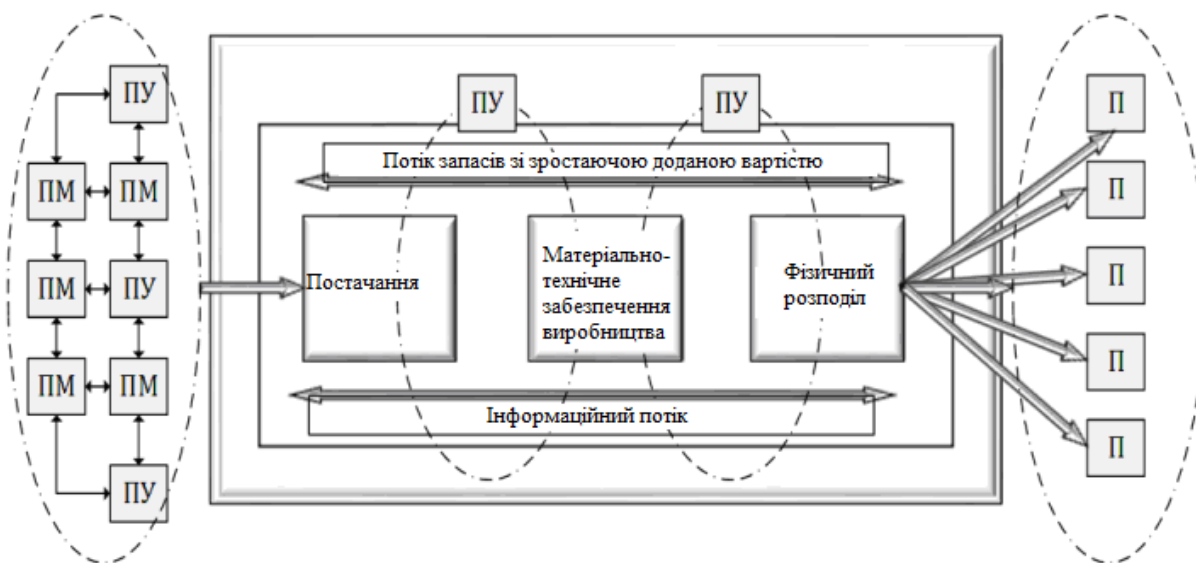


Рисунок 1.5 – Інтегрований ланцюг створення вартості

В даний час на ринку логістичних інформаційних систем представлено досить багато рішень, призначених для вирішення різних завдань – від планування маршрутів кур'єрів та управління складом до систем транскордонної торгівлі. Але у всіх вони мають одну особливість – це фрагментарність, коли

кожна система призначена для вирішення лише одного виду завдань. Системи класи TMS – управляють лише транспортом та перевезеннями у ланцюгах постачань (включаючи наскрізні процеси), системи WMS управляють складськими процесами. В той час між самими системами в ланцюгах постачання на глобальному рівні інтеграція, як правило, відсутня, за винятком, мабуть, лише ініціативних локальних проєктів. Кожна система є ізольованим інформаційним контуром, прийом та передача інформації з якого перетворюється на окремий витратний проєкт з інтеграції. Як тільки мова заходить про необхідність формування звітів або додаткового аналізу не з числа вбудованих у систему, миттєво виникають труднощі з їх формуванням і, як правило, із залученням додаткових фахівців.

Накопичення інформації в ІС у міру провадження діяльності кожним учасником ланцюга постачань лише посилює ситуацію, оскільки з часом відбувається суттєве ускладнення обробки накопичених даних, збільшуються помилки, пов'язані з якістю даних, такі як пропущені дані, неповні дані, дубльовані дані, це починає позначатися на людському факторі, коли викликана необхідність роботи з великими обсягами інформації, що переробляється, і монотонністю. Отже, під час обміну інформацією між різними типами ІС виникають додаткові бар'єри, які призводять до виникнення витрат за передачу інформації.

Системи управління електронним документообігом (ЕДО), включаючи податкову та бухгалтерську звітність, у ланцюгах постачання дозволяють автоматизувати рух електронних документів від моменту їх створення, до архівації або знищення, забезпечити збереження документів по всіх підтримуваних бізнес-процесах, знахідність документів та управління правами доступу та юридичний захист. Внутрішній ЕДО дозволяє організувати управління лише власним потоком документів, але розширивши цю систему на весь ланцюг постачання, можна автоматизувати рух документів між усіма її учасниками, у тому числі територіально розподіленими. Таким чином, можна виділити дві підсистеми: внутрішній та зовнішній ЕДО.

Основний функціонал систем ЕДО дозволяє автоматизувати такі процеси:

- створення, реєстрація та контроль вхідних, вихідних та внутрішніх документів (у тому числі відвантажувальних, бухгалтерських тощо);
- робота в потоковому режимі: переклад паперових носіїв у електронний вигляд із розпізнаванням документів;
- управління правами доступу;
- формування звітів;
- автоматизація класифікації (категоризації) документів;
- пошук за вмістом або за мета-даними документами;
- журналування подій.

При роботі з системами ЕДО слід враховувати один дуже важливий факт, всі електронні документи, що проходять в інформаційній системі, мають повну юридичну силу нарівні з паперовими документами, що забезпечується цифровими підписами, якими підписуються ці документи та є аналогами фізичного підпису.

Застосування безпілотного транспорту в логістиці безумовно має великі перспективи, про що свідчить статистика обсягів продажу безпілотних літальних апаратів та безпілотних автомобілів. За прогнозами експертів, «до 2028 року обсяг ринку роботизованих автомобілів складе щонайменше 42 млрд доларів, а частка робокарів у світових продажах досягне 13%». У цьому ж прогнозі повідомляється, що після 2023 року безпілотні автомобілі активно використовуються в умовах мегаполісів, а юридичні колізії, що існують на даний момент, будуть усунуті. До позитивних чинників експерти відносять поліпшення дорожньої обстановки, а до негативних – цифрове безробіття. Паралельно зі зростанням продажів безпілотного транспорту експерти прогнозують розвиток ринку даних, сумарні обсяги якого можуть перевищити ринок безпілотного транспорту. Ринок безпілотних літальних апаратів (БПЛА) також свідчить про впевнене зростання. Відповідно до показника сукупного річного темпу зростання обсягів ринку БПЛА у період з 2020 по 2025 роки очікується подвоєння обсягів продажу.

Хоча сам ринок безпілотного транспорту нині перебуває лише у стадії формування, тим часом є позитивні результати з його застосування. Логістичні підприємства, фірми, компанії одними з перших звернули на нього увагу та

напрацювали деякий досвід із застосування безпілотного транспорту для доставки замовлень. Одними з перших про успішні випробування безпілотної доставки відзвітували компанії Google і Amazon (проекти Google Wings і Amazon Prime Air), причому Amazon розробила концепцію поділу повітряного простору між безпілотними та пілотованими літальними апаратами, а також застосування аеростатів для логістичних центрів та перевалочної бази дронів.

Іншим напрямком розвитку безпілотного транспорту є наземний транспорт. У вантажному транспорті є закінчені розробки із запуску безпілотних вантажівок для комерційних перевезень, але головною перешкодою для їх запуску є питання правових відносин, хоча й у цьому напрямі ведуться роботи.

З огляду на цілу низку труднощів (дороговізна технологій, відсутність законодавчого регулювання, погода та ін.) експерти не прогнозують у найближчі роки активного впровадження безпілотного транспорту, що зовсім не означає, що ця технологія не розвиватиметься. Як тільки зазначені труднощі будуть вирішені, залишиться питання щодо реалізації технології на основі автоматизації обробки замовлень, формування маршрутів та необхідних документів, розрахунку вартості для клієнта, якому залишиться лише вказати параметри замовлення в інтерактивному калькуляторі та чекати на прибуття безпілотної вантажівки.

Розумна дорога (smart road) – це один із найважливіших компонентів інтелектуальних транспортних систем (ІТС), призначених для управління дорожнім рухом, обладнанням дорожньої інфраструктури, системами оповіщення, відеоспостереження, відеофіксації тощо. Інтелектуальне управління дорожньою інфраструктурою активними темпами реалізується у містах і впевненими темпами впроваджується у регіонах. На основі показань різних детекторів та датчиків здійснюється інтелектуальне управління світлофорами в залежності від дорожньої ситуації, інформування водіїв про зміну дорожньої обстановки в режимі реального часу, інформування про погодні ситуації, автоматична фото- та відеофіксація порушень правил дорожнього руху тощо.

Екосистема «розумних доріг» включає безліч різних датчиків, детекторів, локаторів, інтелектуальних інформаційних систем, адаптивних систем управління інфраструктурними об'єктами (освітлення, світлофори, інформаційні табло та ін),

технологій обробки великих даних. забезпечують збір даних про автомобілі та водіїв (відомості про техогляди, штрафи, страховки та т.д.), збір плати за проїзд вантажних транспортних засобів і т.д.

Багато зарубіжних країн активно розвивають технології «розумних доріг» з метою підвищення безпеки дорожнього руху. За прогнозами експертів, планується зростання систем динамічного управління трафіком. Наприклад, у Голландії розвиваються «розумні автостради», які використовують автономні системи управління оповіщенням та освітленням, у Парижі активно розвивається концепція «15-хвилинне місто», запропонована мером Анн Ідальго, суть якої полягає у скороченні часу в дорозі до роботи чи соціально значимих об'єктів до позначених 15 хвилин. І тому активно впроваджується технологія віртуального міста (цифрового двійника).

Інтеграція логістичних систем з інформаційними системами «розумних доріг» дозволить враховувати найважливіші параметри при плануванні ланцюгів постачання та підвищити їхню якість.

Системи комунікація між автомобілями (Vehicle-to-Vehicle) та автомобілів з інфраструктурою (Vehicle-to-Infrastructure) базуються на технології WLAN і заснована на бездротовому обміні повідомленнями між автомобілями, які дозволяють заздалегідь сповіщати водія про ситуації на дорогах з іншими автомобілями. Ця система передбачається як базова для автоматизації управління безпілотним транспортом. При русі містом система здатна обмінюватися повідомленнями з інфраструктурними компонентами «розумного міста» і надавати суттєву допомогу у прокладанні маршрутів, інформуванні про дорожню обстановку, здійснювати оплату проїзду платними ділянками доріг тощо. У будь-якому випадку наявність зв'язку «автомобіль-автомобіль» або «автомобіль-інфраструктура» дозволить реалізувати механізм зворотного зв'язку для прийому-передачі керуючої інформації в ланцюгах постачань, що підвищить рівень інтеграції даних систем.

Безперервне отримання параметричних даних у режимі онлайн призводить до збільшення навантаження на IT-інфраструктуру і далеко не завжди виправдане з економічної точки зору. Для транспортної логістичної компанії процес

безперервного отримання даних про стан автомобіля, вантажу, його геолокацію, безумовно, корисний для підвищення оперативності прийняття рішення та підвищення ефективності операційної діяльності, але тягне за собою дуже серйозні витрати. Компромісним рішенням у разі є отримання параметричних даних над безперервним режимі, і з деякою періодичністю, наприклад, разів у 10-20-30-60 хвилин. Часовий інтервал можна вибрати залежно від умов перевезення. Застосування цього підходу дозволить скоротити обчислювальні ресурси і забезпечити необхідний рівень оперативності управління ланцюгами постачань на основі даних.

Хмарні та цифрові платформи з гарантованою цілісністю даних транзакцій на основі блокчейн мають стійке зростання популярності, мають суттєве розширення контуру інформаційного простору логістичних підприємств, фірм, компаній за рахунок перенесення ключових бізнес-процесів на інформаційну платформу, а також скоротити інвестиції у розвиток ІТ-інфраструктури. Є необхідність більш глибокої потреби у інтеграції цифрових платформ і внутрішніх інформаційних систем для формування власної логістичної екосистеми, що складається з взаємопов'язаних інформаційних сервісів з єдиною архітектурою даних. Застосування такої екосистеми дозволить вивести логістику на новий рівень, перетворивши її по-справжньому на цифрову.

Застосування технології блокчейн у ланцюгах постачання дозволить організувати надійне управління інформаційними потоками з гарантованим підтвердженням достовірності та цілісності даних. Грунтуючись на технологіях розподілених баз даних безцентралізованого управління, що абсолютно виключає можливість заміни чи підробки даних, можна гарантувати чистоту укладання різних угод. Будь-який учасник може перевірити достовірність будь-якої транзакції та простежити її історію від моменту створення до поточного стану та, таким чином, повністю виключити певні види логістичних ризиків. Нині технологія блокчейн застосовується у банківській сфері, криптовалютах, кібербезпеці та інших.

Застосування цієї технології в логістиці дозволить гарантувати справжність даних та інформаційного обміну в логістичних бізнес-процесах.

Застосування аналітичних інструментів здійснення предиктивної аналітики з урахуванням Big Data.

Активно вже використовується та витягується з них цінність для своїх процесів на підприємствах, фірмах, компаніях. У будь-якому випадку, це практично завжди ізольовані бізнес-процеси, не вбудовані в управління ланцюгами постачання. У разі процеси аналізу доводиться виносити як окремі підпроцеси в окремих інформаційних системах або аналітичних платформах. Отримані результати аналізу доводиться вбудовувати в бізнес-процеси, що діють, тепер уже тільки в ручному режимі, що свідомо приречено на певні труднощі. Оптимальним варіантом застосування аналітичних інструментів є їхнє вбудовування в інформаційні системи та використання результатів аналізу в інформаційній підтримці логістичних бізнес-процесів.

Наступним етапом цифровізації буде створення єдиного контуру управління логістичними бізнес-процесами із застосуванням комплексу наскрізних цифрових технологій: Big Data, штучний інтелект та нейронні мережі.

Застосування алгоритмів аналізу даних дозволить підвищити ефективність управління ланцюгами постачання за рахунок їх вбудовування в інформаційний контур підприємства. Машинне навчання на основі ретроспективних даних дозволить реалізувати передиктивну аналітику для логістичних процесів. Це передусім передбачення завантаженості транспорту, складу при вантажно-розвантажувальних роботах, завчасне виявлення логістичних ризиків тощо.

В даний час фахівці відзначають дисбаланс між потребою в цифровізації логістичної діяльності і її реальним рівнем. Багато логістичних компаній давно отримали цифрові вітрини і автоматизували основні види діяльності, але при цьому все одно автоматизація ключових бізнес-процесів здійснюється традиційними інформаційними системами. Застосування цифрових вітрин у логістиці дозволить опублікувати перелік послуг, що надаються логістичними провайдерами, в режимі «front-office», що дозволить додатково автоматизувати процеси первинного збору інформації від клієнтів (контрагентів) і надалі використовувати її у внутрішніх інформаційних системах.

Застосування IoT (Internet of Things) або Інтернет речей – це сукупність

різних пристроїв, механізмів, датчиків, машин та ін. з можливістю обміну та спільного використання даних на базі як локальних, так і глобальних мереж. Застосування Інтернету речей дозволить додатково перевести в автоматизовані режими процеси контролю, безпеки, управління, моніторингу та інших. Різні пристрої можуть передавати дані про свій стан, стан контейнера або вантажного автомобіля, і є при цьому базовою підсистемою логістичної екосистеми. Високошвидкісна технологія 5G дозволяє об'єднувати «розумні» пристрої користувачів, технологію розумного будинку і пристрою Інтернету речей (Internet of Things – IoT) в єдиний інформаційний простір.

Об'єднання розглянутих технологій дозволяє отримувати абсолютно нові інформаційні продукти та рішення. Існуючі логістичні інформаційні системи та платформи використовують новітні алгоритми для автоматизації експертних функцій, таких як планування маршрутів з урахуванням ваги, швидкості доставки, зайнятості співробітників та завантаженості інфраструктури.

Висновки по 1 розділу

1. У глобальній цифровізації економіки на першому плані виходить рішення завдань підвищення ефективності логістичного взаємодії бізнес структур. При цьому логістика неминуче трансформуватиметься під впливом зовнішніх факторів, а це у свою чергу вимагатиме застосування підходу та розробки вдосконаленої концепції інтегрованої логістики із застосуванням адаптивних технологій.

2. Для забезпечення конкурентної переваги вітчизняних логістичних провайдерів необхідно максимально автоматизувати логістичні процеси. Однак сучасні інформаційні системи досі не забезпечують підтримку оперативного та своєчасного автоматизованого реагування на різні зміни кон'юнктури ринку, а також не реалізують глобальної інтеграції всіх рівнів управлінської структури, на основі яких могла бути реалізована підтримка ухвалення рішення в режимі реального часу.

3. Методи інтегрованої логістики передбачають об'єднання процесів

провайдера послуг, клієнта та постачальника в єдиний інформаційний простір, при якому можлива як централізована модель управління процесами, коли одна з інформаційних систем є головною, так і децентралізована модель, при якій управління процесами здійснюється незалежно одна від одної, а інформаційні системи учасників логістичних взаємин регулярно обмінюються інформацією між собою.

Метою магістерського дослідження є удосконалення методу формування та розвитку адаптивно-інтегрованої логістики для вітчизняних провайдерів - учасників ланцюгів постачань на основі застосування компланарних потоків в умовах становлення цифрової економіки України.

Для досягнення поставленої мети дослідження вирішувались такі завдання:

- проаналізувати основні фактори, що впливають на розвиток інтегрованої логістики та вплив інформаційних технологій на розвиток логістичного інструментарію;

- визначити необхідні та достатні умови цифрової трансформації логістичних бізнес-моделей в українській економіці та удосконалити метод формування адаптивно-інтегрованої логістики;

- розробити методику автоматизованого проєктування логістичних потоків та визначити чинники розвитку логістичних провайдерів рівня 5PL на платформі штучного інтелекту;

- побудувати моделі ухвалення управлінських рішень на основі технологій штучного інтелекту та розвитку логістичного провайдера за умов віртуалізації взаємовідносин;

Наукова новизна дослідження полягає:

- в удосконаленні методу формування та розвитку адаптивно-інтегрованої логістики на платформі інформаційно-інтелектуального управління потоковими процесами;

- розробка комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності діяльності логістичних провайдерів, учасників ланцюгів постачання в умовах цифрової економіки.

Практична значущість магістерської роботи полягає:

- у підвищенні ефективності логістичних процесів та оптимізації проєктування ланцюгів постачань;
- застосування запропонованої методики маршрутизації логістичних потоків на основі технологій штучного інтелекту з автоматичним ранжуванням постачальників та контрагентів.

РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПОТОКОВОЇ ТЕОРІЇ ЛОГІСТИКИ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

2.1 Інформаційні потоки в умовах цифрової трансформації логістики

Виклики часу вимагають від підприємців, державних структур активно застосовувати новітні технології для управління бізнес- процесами з метою забезпечення конкурентної переваги як на рівні країни, так і на рівні організації. Одним з ключових факторів є якісне управління логістичними процесами. В торгових операціях виникає ціла низка завдань, пов'язаних із максимально повною автоматизацією логістичних процесів.

Сучасні інформаційні системи все ще не забезпечують підтримку оперативного та своєчасного автоматизованого реагування на різні зміни кон'юнктури ринку, а також не реалізують глобальну інтеграцію всіх рівнів управлінської структури, на основі яких могла бути реалізована підтримка ухвалення рішення в режимі реального часу .

Існуюча класифікація логістичних потоків охоплює досить широкий спектр ознак. Однак поява віртуального простору, розвиток інтернет торгівлі, формування нової інфрачервоної інфраструктури значно змінюють умови ведення господарської діяльності підприємств, фірм, компаній, а тому є нагальна необхідність уточнити діючу класифікацію інформаційних потоків з урахуванням їх економічної сутності.

Згідно з різноманіттям фундаментальних підходів і практико орієнтованих досліджень з проблематики, що вивчається, інформаційні потоки є одним з типів потоків, які розглядаються в логістиці: матеріальні; інформаційні; фінансові.

Згідно з логікою дослідження, більш детально подано аналіз основних класифікаційних ознак лише одного з типів логістичних потоків, а саме інформаційного потоку як базового інфраструктурного елемента електронної торгівлі в інтернет-просторі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікаційні ознаки інформаційних потоків

Ознака	Класифікація	Характеристика
Спрямованість	Попутний Протилежний	В одному напрямку; Розрізняються на 180 градусів
Щільність	Малоінтенсивний Середньоінтенсивний Високоінтенсивний	
Підпорядкованість	Основний Поміжний	Основа для бізнес-процесу організації. Дієтична підтримка бізнес-процесу
Синхронізація	Випереджальний; Запізнювальний; Сучасний	$t_1 > t_2$ $t_1 < t_2$ $t_1 = t_2$
Технології	Традиційний	MRP DRP
	Адаптивний	Застосування сервіс орієнтованої архітектури (SOA). Системи планування потреби у матеріалах та розподілі товару на платформах штучного інтелекту
Функціонування в умовах темної кризи	Неможливий Неможливо з високим ступенем ймовірності	Традиційні Адаптивні
Зворотній зв'язок	без зворотного зв'язку зі зворотним зв'язком	- позитивна негативна
За комплексністю	Відокремлений У комплексі	- Додатковими послугами сервісне обслуговування
За рентабельністю	високорентабельний середньорентабельний норентабельний	$>50\%$ $25\% - 50\%$ $< 25\%$
За швидкістю	Низькошвидкісний середньошвидкісний високошвидкісний	$V_t < 100 \text{ Мб/с}$ $V_t = 100 - 500 \text{ Мб/с}$ $V_t > 500 \text{ Мб/с}$

Отже, для вирішення завдань з урахуванням нових специфічних вимог доцільно виділити особливі ознаки. Мова йде про ознаки, які відсутні в класифікації ознак:

- адаптивність інформаційного потоку;
- чіткість формалізації інформаційного повідомлення.

Адаптація розкривається як властивість системи знаходити цілеспрямовану пристосовувану поведінку у складних середовищах, а також сам процес цього пристосування. Іншими словами, вона характеризує гнучкість об'єкта, системи, тобто можливість самозміни та саморозвитку з метою підтримки стійкості та

певного рівня динамічної рівноваги у взаємодії із зовнішнім середовищем.

Для інформаційного потоку цю ознаку додано до класифікації через необхідність детальніше описати процес самоналаштування компонентів системи, щоб інформаційний потік міг переміщатися між модулями системи без участі людини за зміни зовнішніх умов інформаційного середовища. Це свідчить про складну двоїсту структуру адаптивності. Можна виділити з одного боку функціональну складову, з іншого – процесну, які найбільш повно характеризують сутність адаптації.

Процесна складова розкриває насамперед здатність інформаційного потоку трансформуватися залежно від поставлених завдань та впливу зовнішнього середовища:

- синхронізація параметрів;
- гармонізація взаємодії із джерелами інформації;
- модифікація внутрішніх показників з підвищення ефективності.

Для практичної реалізації цієї функції пропонується інформаційні повідомлення забезпечувати спеціальним блоком метаданих, у якому передаватимуться параметри інформаційного повідомлення. Розширення блоку метаданих додатковими атрибутами дозволяє здійснювати регулювання інформаційними потоками. При цьому інформаційні модулі зможуть самостійно маршрутизувати, класифікувати інформаційні повідомлення, а також використовувати їх для підтримки прийняття рішень або автоматичного управління процесами.

Варто зазначити, що сам собою інформаційний потік не може приймати рішення. У цьому контексті слід розуміти технологічну підтримку інтелектуальної інформаційної системи. Лише у комплексі вони зможуть видати бажаний результат. Інформаційний потік матиме вбудований набір метаданих, у яких містяться кількісні показники необхідних параметрів, призначених для обробки їх алгоритмом. У сукупності вироблятиметься набір якісних показників для безпосередньої адаптації даного потоку.

Друга властивість, що вказувалося вище, є чіткість формалізації потоку. У рамках проблематики цього дослідження у частині, що стосується уточнення

класифікації інформаційних потоків, основне завдання полягає в тому, щоб сформулювати та обґрунтувати принципи, за якими інформаційні потоки можуть ділитися на: чітко формалізовані; нечітко формалізовані.

У межах теоретичних аспектів методології розвитку інтегрованої логістики постає безпосереднє завдання показати значення характеристики «формалізації», позитивно впливати на оцінку поточкових процесів в інформаційно-комунікаційному середовищі. Чітка формалізація інформаційних повідомлень у потоці передбачає лише однозначне трактування повідомлення, що не допускає подвійності тлумачення. Справа в тому, що в рамках проведеного дослідження аналіз показав, для автоматизації такі повідомлення є кращими, проте в реальних умовах зустрічаються набагато рідше. Приклади нечітких повідомлень дуже різноманітні: надійний постачальник, швидка доставка, високий ризик збитків тощо.

Для опису нечітких значень теорії нечітких множин використовується спеціальна функція приналежності, що дозволяє встановити ступінь приналежності, а також лінгвістичні змінні для їх опису та класифікації.

Проведення логістичних операцій у віртуальному середовищі накладає свою специфіку під час руху інформаційних потоків. Інформація має бути підготовлена відповідним чином (у даному випадку йдеться про додавання відповідних метаданих). Крім того, необхідно враховувати комунікаційні канали для проходження інформаційних потоків, які досить різноманітні в сучасних умовах. Від інформаційних систем можуть надходити інформаційні повідомлення:

- за кабельними мережами, які можуть бути різними за типом та призначенням;
- від різних датчиків та сканерів;
- надходити дані бездротовим каналом зв'язку (4G, 5G, Мах та інші).

Додаткові характеристики (формалізація та адаптивність), внесені до традиційної класифікації потоків, мають явно виражену гносеологічну спрямованість, що сприяє формуванню об'єктивної оцінки якості потоку в інформаційно-комунікаційному середовищі. У сучасних ринкових умовах,

проведений емпіричний аналіз класифікації потоків, дозволяє зробити висновок, що поряд з розвитком інноваційних технологій, створенням нових продуктових лінійок трансформуватимуться і видозмінюватимуться самі потоки.

2.2 Методологія розвитку адаптивних потоків у цифровій економіці

Поява нових характеристик інформаційних потоків, це закономірний етап. Диференціація у швидкості інтеграції у світовий ринок країн, корпорацій і натомість обмеженого стимулювання підтримці сфери відтворення призвела до посилення нерівномірності розвитку базових економічних процесів. Крім того, до певного моменту розвитку суспільства обсяги даних залишалися відносно невеликими. Доки ці дані використовувалися в системах, де і виробник інформації, і споживач перебували в єдиному контексті, ототожнення даних з одного боку та інформації, з іншого залишалось цілком допустимим. Через обмеженість ресурсів такий підхід був виправданий. Більше того, стали масово з'являтися розподілені архітектури, а також різноманітні системи управління бізнесом, де окремі модулі існують у власному контексті. Все це дозволило визнати дефіцит діючого інструментарію та необхідність нових форм організації поточкових процесів в умовах становлення цифрової економіки України.

Головне завдання дослідження полягає у доведенні необхідності побудови адаптивних потоків в умовах цифровізації економіки для надання позитивного впливу на інтеграцію бізнес-структур з одного боку, та підвищення якості управління процесом генерації логістичних послуг для споживачів. Оскільки така властивість як адаптивність інформаційного потоку є новою та маловивченою, має сенс навести деякі приклади його використання та схематично показати, як розробити алгоритм прийняття оптимізаційного рішення.

Джерелами інформаційних потоків, що застосовуються до електронної торгівлі та електронного бізнесу можуть бути абсолютно різні за своєю природою об'єктів (або суб'єктів). Це може бути логістичні інформаційні системи, пошукові системи, повідомлення від систем самодіагностики різних пристроїв. У разі забезпечення електронної комерції логістичною інфраструктурою у

віртуальному просторі, функція адаптивності дозволить скоротити логістичні та комунікаційні витрати, зокрема витрати на подолання логістичних бар'єрів.

Опис моделі проводиться за принципом «чорної скриньки». Є входи та, відповідно, виходи. Однак на початковому етапі невідомий точний алгоритм обробки потоку із заданою цільовою функцією, щоб він міг підлаштовуватися під потреби користувача. Крім того, відомо, які процеси можуть протікати всередині цієї «чорної скриньки». В результаті виходить конфігурація моделі, наведена нижче.

Вхідні потоки: нечіткі; суперечливі; різномірні.

Вихідні потоки: оптимізовані інформаційні потоки з мінімально можливими витратами; не оптимізовані – потоки, у яких немає організованої структури мета-даних.

Цільова функція полягає в наступному: скорочення внутрішніх витрат; зменшення вартості комунікації із користувачем; зменшення вартості комунікації з іншою непов'язаною системою.

Поставлена задача може бути зведена до вирішення оптимізаційної задачі, а саме пошуку мінімуму витрат. Уточнена градація адаптивних потоків наведена на рисунку 2.1.

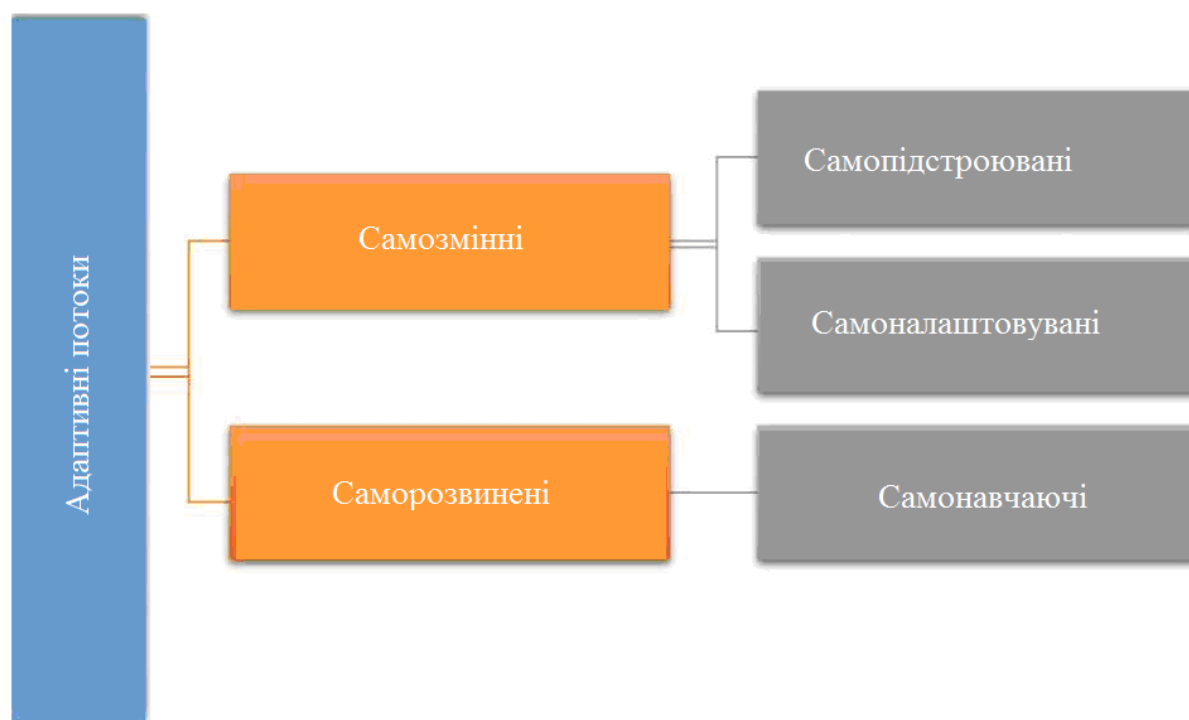


Рисунок 2.1 – Адаптивні потоки

Такий поділ потоків став можливим з урахуванням їх економічної складової. Два великі класи потоків, що самозмінюються і саморозвиваються, з'явилися при безпосередньому застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій, а саме штучного інтелекту. Якщо головна особливість побудови адаптивних потоків, що самостійно змінюються, базується на тому, що формування очікувань щодо майбутніх значень змінної величини знаходиться на фундаменті її минулих значень. Тобто суб'єкти економіки, що розглядаються, коригують свої очікування майбутніх кількісних значень змінних, виходячи з їх останніх значень. Слід зазначити, хоча таке очікування є менш задовільним з погляду логіки, ніж раціональні очікування. Проте вони використовуються в економічних моделях для спрощення роботи з ними.

Саморозвиваючі адаптивні потоки будуються з урахуванням значень, отриманих шляхом застосування теорії нечітких множин, теорії ймовірності та інших аналогічних теорій.

В умовах інформаційної завантаженості швидкоплинності процесів, що відбуваються, на фоні великих даних вирішення логістичних завдань можливе із застосуванням технології ШІ, тому наступний підклас має вважати самонавчальними адаптивними потоками.

Це вже повністю автоматизовані потокові процеси, які можуть вибудовувати схеми просування товарів не тільки на очікуванні майбутніх кількісних значень змінних, виходячи з оцінки їх останніх значень, а й передбачаючи можливі зміни загальної кон'юнктури ринку, основних ризиків, розширюючи обрій прогнозу.

Самопідстроювальні потоки є поточковими процесами, які функціонують у заданому інтервалі значень параметрів, при досягненні критичних значень одного з параметрів, або групи параметрів шляхом зворотного зв'язку ці процеси регулюються і входять у встановлений інтервал. Причому параметри можуть бути різні: швидкість, інтенсивність потоку, час запізнення тощо.

Потоки, які самоналаштовуються, представляють поточкові процеси, які можуть перебудовуватися в залежності від поставлених цільових функцій. Це вже вирішення складніших завдань, а саме щодо зміни напрямку потоку, продуктової

лінійки, заміни кінцевого одержувача. Однак зробити однозначного висновку про те, що один вид потоків кращий чи гірший не можна. Головне – це застосування їх для забезпечення функціонування бізнес-процесу та отримання кінцевого результату, дотримуючись співвідношення вартості побудови інформаційної системи та якості послуг.

Згідно з вищевикладеними фактами, для проведення якісної автоматизації необхідно побудувати якісну модель. Оскільки в системі алгоритм прийняття рішення заздалегідь невідомий, то традиційними способами вирішити поставлене завдання не можна. Ні можливості побудувати алгоритм, якщо невідомо кількість кроків алгоритму, ні дії, виконувані на кожному кроці. У таких умовах можна використовувати інтелектуальні алгоритми, здатні до навчання, а в деяких випадках і самонавчання. Кінцевою метою даного алгоритму буде пошук оптимального рішення: максимальний ефект за мінімальних витрат (рис. 2.2).

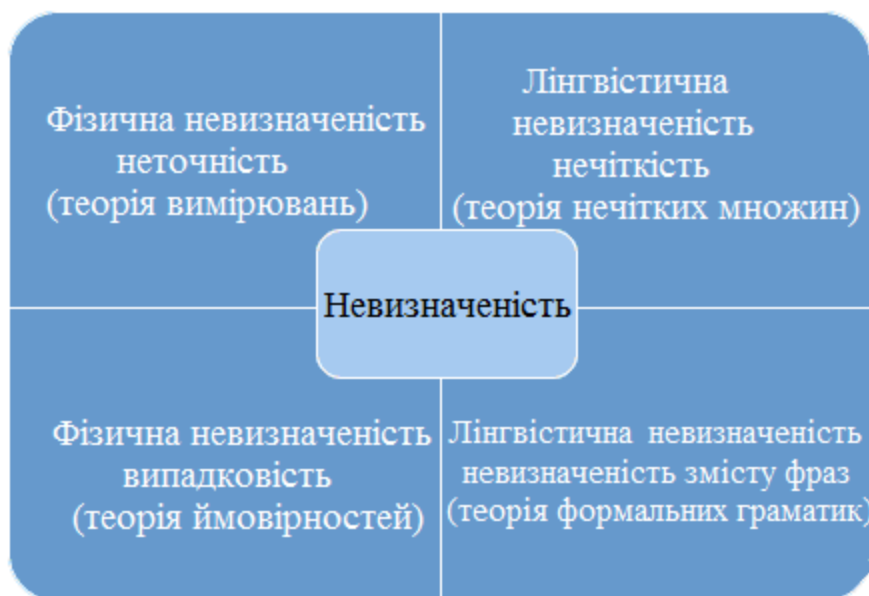


Рисунок 2.2 – Класифікація невизначеностей при побудові адаптивних потоків

Введення поняття адаптивності для опису поточкових процесів потребує розробки нового інструментарію, методів проходження логістичних бар'єрів і фрагментів з метою скорочення часу доставки товару, прийняття оптимального рішення, а також зменшення логістичних витрат. Справа в тому, що в сучасних ринкових умовах логістика вирішує основне завдання – зменшення внутрішніх витрат. Концепція управління ланцюгами постачань (Supply Chain Management –

(SCM)) успішно допомагає у питаннях скорочення сумарних витрат всіх ланок ланцюга.

Принцип мінімізації сумарних витрат однозначно вказує на те, що подібне завдання може бути успішно вирішене у двох випадках:

- єдине управління всім ланцюгом постачань;
- прагнення єдиної мети, тобто фокусуванням на загальний фінансовий результат роботи такого ланцюга.

У площині вивчення адаптивних потоків має сенс використовувати аналізований термін зі словника APICS, де ERP –система розкривається у двох значеннях.

По-перше, інформаційна система для ідентифікації та планування всіх ресурсів підприємства, які необхідні для здійснення продажів, виробництва, закупівель та обліку у процесі виконання клієнтських замовлень. Більшість сучасних ERP-систем побудовано за модульним принципом з основними базовими функціями:

- ведення конструкторських та технологічних специфікацій;
- управління попитом та формуванням планів продажів, планування виробництва;
- планування потреб у матеріалах;
- управління запасами та закупівельною діяльністю;
- планування виробничих потужностей;
- забезпечення фінансових функцій;
- організація управління проєктами

По-друге, у більш загальному контексті, а саме як методологія (з погляду комп'ютерних технологій) ефективного планування та управління всіма ресурсами підприємства, які необхідні для здійснення продажів, виробництва, закупівель та обліку під час виконання замовлень клієнтів у сферах виробництва, дистрибуції та надання послуг. Однак є ціла низка обмежень, які не дозволяють даної методології швидко впроваджуватися і знаходити широке застосування.

- досить висока вартість застосування;
- щорічна оплата ліцензії не регулюється, тобто залежить від розміру

компанії, і навіть пов'язані з дохідністю клієнта від використання системи;

- досить складна технічна підтримка, яка потребує високих професійних знань від користувачів;

- труднощі, пов'язані із застосуванням до конкретних технологічних та бізнес-процесів;

- проблеми безпосередньо в експлуатації системи;

- система часто копіює «слабку ланку», що призводить до трансляції помилки, таким чином неефективність в одному відділі (або в одного з партнерів) може торкнутися інших учасників;

- функціонування програми може залежати від якості даних пов'язаних з ним інших додатків, що вимагає проведення додаткових операцій зі зниження «фону зашумлених даних»;

- скорочення гнучкості; зниження загального контролю на корпоративному рівні;

- виникають проблеми із відповідальністю персоналу;

- виникає опір у процесі передачі важливої внутрішньої інформації між відділами, що призводить до зменшення ефективності використання системи загалом;

- проблеми зі сполученням наявного (внутрішнього) програмного забезпечення;

- функціонал системи часто перевищує конкретні потреби клієнта, тобто наявність опцій, що не застосовуються.

Застосування інтелектуальних інформаційних систем неминуче веде до зміни концепції логістики та формування нової методології її розвитку. Адаптивні технології в даний час набули досить широкого поширення, в логістичні процеси активно впроваджуються інноваційні рішення. При цьому основні принципи логістики залишаються тими самими, що й були, а ефективність логістичних процесів неухильно підвищуватиметься.

2.3 Компланарні потоки як фактор зростання конкурентоспроможності вітчизняних провайдерів

Віртуальне середовище постійно розвивається, змінюється його структура, параметричні характеристики. Якщо для покупки через Інтернет раніше обов'язково був необхідний комп'ютер, то останніми роками з'явилися мобільні додатки, які функціонують як універсальний пристрій для організації покупок. Відбулося формування нової галузі – мобільна комерція (mCommerce). Для її функціонування створено спеціальні технічні пристрої, написано програмне забезпечення, розроблено програми, що об'єднують користувачів офлайн. Мобільна комерція має наступні основні риси:

- здійснюються покупки в режимі он-лайн із застосуванням комп'ютера або мобільного пристрою;
- тиражується застосування мобільних пристроїв у рамках омніканальної поведінки клієнтів, покупок в офлайн магазинах або як гібрид одного та другого;
- організація активної взаємодії продуцента послуг та клієнта в рамках офлайн та онлайн-покупок, за допомогою QR- кодів, карток лояльності;
- активні комунікації через мобільні пристрої зі споживачами з метою надання консультації, технічної підтримки у процесі купівлі та подальшого супроводу.

Зазначені особливості служать своєчинним тригером мобільної комерції щодо генерації нових послуг або сталого зростання вже існуючих процедур:

- мобільні грошові перекази;
- електронні квитки;
- купівля та доставка цифрового контенту;
- мобільний банкінг;
- безконтактні платежі, а також платежі через програми;
- послуги, засновані на використанні геолокації, коли визначається розташування користувача за допомогою GPS, Wi-Fi та формується індивідуальна пропозиція; (пропонуються персоналізовані знижки або самовивіз для конкретних покупців у певному радіусі;

- мобільний маркетинг (купони та карти лояльності).

Вищевикладені факти свідчать про зміну цільових груп споживачів. Настає новий період появи клієнтів, які фокусують свою господарську діяльність на користуванні мобільним телефоном.

За підсумками 2021 року можна зробити важливий висновок про те, що мобільна комерція зайняла лідируючу позицію з динаміки зростання онлайн-покупок (рис. 2.3), наприклад, у Великій Британії 62% кінцевих споживачів використовують смартфони.

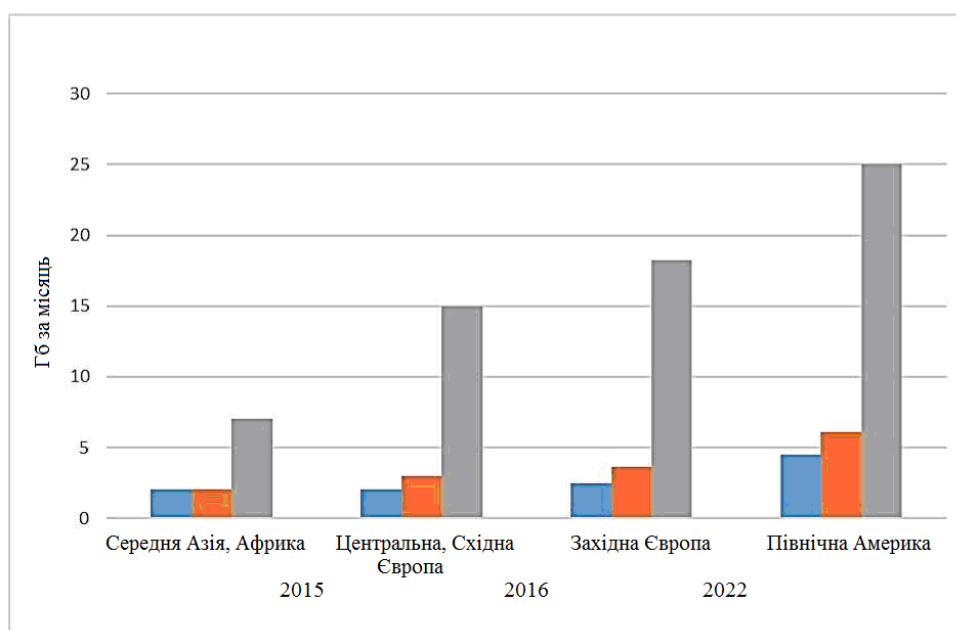


Рисунок 2.3 - Динаміка зростання мобільного трафіку через мобільні пристрої

Доводиться констатувати факт, що ситуація з маркетингом на мобільних пристроях у України гірше за розвинені країни. Через наступні причини:

- немає спеціалістів та спеціалізованих агенцій з просування даних каналів продажів;
- відсутня ефективна реклама для компаній, що працюють на ринках мобільної комерції, а те, що є відстало від ринку на 2-3 роки;
- дорога розробка мобільних додатків;
- необхідність передоплати у магазинах;
- тривалий термін доставки товару;
- слаборозвинена інфраструктура для e-commerce, яка знаходиться на передовій лінії ефективності та технологічності.

В роботі вперше застосовується достатньо нове поняття «компланарний потік», яке найбільш повно характеризує логістичні процеси у віртуальному середовищі з одного боку, а також дозволяє визначити необхідні параметри та умови побудови алгоритмів для максимально повної автоматизації логістичних процесів, з іншого боку (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 - Компланарні потоки у логістичних процесах

Компланарні потоки - це сукупність внутрішніх та зовнішніх адаптивних потоків між постачальниками та споживачами в інформаційно-комунікаційному середовищі, до яких застосовуються логістичні операції, що визначають бізнес-процес у віртуальному просторі. Зміст цього терміну підкреслює нові характеристики поточкових процесів в інформаційно-комунікаційному середовищі. За наявності набагато більшого ступеня свободи у віртуальному просторі, порівняно з реальним середовищем, є об'єктивні закономірності. У принципі, віртуальний світ можна розглядати, як n -мірний простір. Компланарний потік має напрямок від постачальника інтернет-контенту або файлу до кінцевого

одержувача. Такий потік складається із трьох складових, аналогічних матеріальному, фінансовому, інформаційному потокам, але з різною функціональністю.

Віртуальний простір можна представити у вигляді математичної структури з набору елементів, пов'язаних між собою. Їх можна наділити додатковими структурами.

Логістичний потік буде компланарним, коли він не залишає віртуального простору, містить уявлення компонентів логістичних потоків: матеріального; фінансового; інформаційного; сервісного, при цьому містить усі параметри бізнес-процесу.

У випадку безготівкових переказів коштів за допомогою інформаційних систем. Постачальник зі свого розрахункового рахунку надсилає гроші отримувачу. При цьому фізично готівкових купюр вони взагалі можуть не бачити. Відбудеться переміщення інформації про переказ від відправника до отримувача через банк або платіжну систему. В результаті всіх трьох учасників даної транзакції (відправник, одержувач, банк) змінюється інформація про стан розрахункових рахунків. Іншим прикладом може слугувати такий: відправник вносить гроші через банкомат, переказує їх у безготівковій формі адресату. Одержувач знімає готівку в іншому місці через банкомат і інформаційний потік «переміщає» готівку у інтернет-просторі, а й у матеріальному світі – не спостерігається фізичне переміщення.

Аналогічна ситуація відбувається з електронним товаром, який на межі віртуального та матеріального просторів може бути трансформований у матеріальний продукт.

Варто відзначити, що розглянуті приклади мають спрощений характер. Їхня мета показати принцип функціонування компланарних потоків. У реальній ситуації все складніше. В сучасних умовах інфляція – це такий товар, що має ряд специфічних параметрів. Компленарні вектори формулюються і розвиваються в умовах нечітких вимог формулювань і невизначень. Традиційні логістичні інформаційні системи мають достатньо вразливі особливості, а саме дають збій за наявності випадкових сплесків активності.

З погляду вирішення логістичних завдань виробити правильний алгоритм дій у даному випадку досить складно. Є два варіанти розвитку подій. У першому, при прийнятті рішення менеджером треба враховувати низку суб'єктивних факторів: ділові та особисті якості менеджера, його професійний досвід, компетенції та інші. У разі недостатності інформації дуже висока ймовірність прийняття помилкового рішення.

У другому варіанті для зниження імовірнісної помилки до мінімального значення використовувати інтелектуальний автоматизований прогноз, який вільний від емоційної складової та функціонує на базі заздалегідь розробленого алгоритму та налаштованої (самонавченої) системи.

Розвиток компланарних потоків та практичне їх застосування доцільно враховувати у щільному взаємозв'язку з технологічними платформами, на яких вони формуватимуться. В одному випадку це можуть бути хмарні технології, які дозволять оперативно налагодити інформаційний обмін даними між незалежними бізнес-структурами, в іншому власні ресурси: фізичний сервер, софт для організації взаємодії з клієнтами. Варіант On-Premises, коли провайдер все виконує самостійно і не вдається до послуг зовнішніх підрядників. Він може володіти власним фізичним сервером у своєму приміщенні з усіма наслідками: витрати на обслуговування, електроенергію, обладнання, або взяти в оренду, або розмістити власний сервер у будь-якому дата-центрі. У таких випадках основні витрати припадають на орендну плату.

Іноді провайдеру буває вигідно використовувати віртуальні виділені сервери VPS, VDS з метою розміщення на них програмного забезпечення on-premise. Однак варто наголосити, що хостинг виділених серверів здійснюється обладнанням, що знаходиться на території провайдера.

Головна перевага цього варіанта в тому, що провайдери гарантують своїм клієнтам максимальний рівень безпеки та безпеки корпоративних даних. Крім того, клієнти мають можливість цілодобового віддаленого доступу до інформації, розміщеної на сервері.

В іншому випадку логістичним провайдерам є сенс зупинитися на варіанті аутсорсингу інформаційної підтримки. В останнє десятиліття хмарні технології

стали володіти широким діапазоном функціоналу, починаючи від зберігання даних, і закінчуючи наданням окремого виду послуг. Звичайно, всі вони мають сильні і слабкі сторони. Проведені дослідження дозволили визначити серед хмарних послуг найбільш прийнятні для провайдерів специфіку їхньої діяльності:

- інфраструктура як послуга (IaaS), що дозволяє отримувати цифрові ресурси на запит для інсталяції операційних систем, додатків;
- платформа як послуга PaaS надає доступ до спеціалізованої хмарної платформи для встановлення програмного забезпечення, яке підтримується його власником;
- програмне забезпечення як послуга (SaaS), надає можливість клієнту користуватися програмами, що функціонують на хмарній інфраструктурі власника.

З вищевикладеного випливає, що в умовах формування та розвитку цифрової економіки конкурентоспроможність логістичних провайдерів лежить у площині ефективності використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), оскільки важлива складова логістичних послуг знаходиться у кіберпросторі.

Під конкурентоспроможністю провайдерів, які надають логістичні послуги, слід розуміти унікальні можливості, що дозволяють достатньо задовольняти запити клієнтів. З урахуванням даного формулювання виявлено найважливіші проблемні зони господарської діяльності провайдерів в умовах становлення цифрової економіки:

- організація стейхолдерської взаємодії;
- використання технологічних рішень;
- ефективність бізнес-процесів.

Структурувавши проблемні зони, можна представити рівень конкурентоспроможності логістичних провайдерів як функцію від вибраних показників, які дозволять оцінити результативність їх роботи:

$$K_{LP} = f(P_{CB}, P_{TP}, E_{inf}) \quad (2.1)$$

де: K_{LP} – рівень конкурентоспроможності логістичного провайдера;

P_{CB} – результативність стейхолдерської взаємодії;

$P_{тр}$ – результативність використання технологічних рішень;

$E_{бп}$ – ефективність бізнес-процесів.

Забезпечення конкурентоспроможності логістичних провайдерів потребує постійного моніторингу ринків, аналізу роботи конкурентів, застосування клієнтоорієнтованого підходу, організації додаткового обслуговування та методів розвитку внутрішніх інтелектуально-креативних ресурсів.

Інформаційні системи при використанні адаптивних потоків дозволять більш якісно управляти компланарними потоками, які, у свою чергу, отримають такі властивості, як інтелектуальність, адаптивність і здатність самотійно долати логістичні бар'єри в умовах логістичного середовища, що змінюється. Компланарні потоки можливо розглядати, як компоненту інтелектуалізації економіки загалом, і логістики зокрема.

2.4 Цифрова трансформація інтегрованої логістики

Не викликає сумніву той факт, що в основі цифровізації лежать інформаційно-комунікаційні технології, а також їх потенційні можливості прямо пропорційного впливу на розвиток науково -технічного прогресу в цілому та логістичних процесів, зокрема. Безумовно, рівень впливу інформаційно-комунікаційних технологій дуже різний. Одного виду здійснюється вплив на розвиток логістичних систем як сукупності взаємозалежних елементів у площині структурних змін, іншого - на параметричні показники логістичних бізнес-процесів. Зовсім інший вплив здійснюється на діяльність логістичних провайдерів як основних генераторів послуг на цифрових платформах.

У сучасних умовах ефективність логістичної складової діяльності підприємства, фірми, компанії в більшій мірі залежатиме від ефективності інформаційної системи, виключивши участі людини у логістичних операціях. Для цього є низка вагомих причин, починаючи від можливих негативних наслідків економічного характеру, як зростання безробіття, так і суто технічними - інформаційні системи при всій кількості можливостей не наділені таким важливим чинниками, як інтуїція, емоційна складова.

З іншого боку, завдання зростання ВВП, побудови конкурентоспроможної економіки вимагає пошуку нових технологічних рішень. Забезпечивши логістичну інформаційну систему інтелектуальною компонентою, буде отримано зовсім новий клас інформаційних систем, можливості яких, підкріплені людськими якостями - досвідом та інтуїцією на базі експертних знань, будуть неспівставні з потужністю діючих, а на порядок вищі.

Концептуально позначивши тренди розвитку інформаційно - комунікаційних технологій, має сенс визначити етапи формування логістики у тісній взаємній ув'язці з новими науково-технічними досягненнями з метою більш адекватного представлення ринкових реалій поточного моменту.

Розглянемо етапи розвитку зазначеного.

Перший етап. Управління матеріальними і фінансовими потоками відбуваються окремо друг від друга, але з використанням інформаційних систем. Спроектовані системи автоматизували лише окремі бізнес-процеси і на цьому етапі ще було розуміння, що управління різними потоками може здійснюватися у єдиній інформаційній системі. Отже, управління складом, фінансами, переміщенням матеріальних потоків - це були різні інформаційні системи, які вирішували відокремлені завдання. З іншого боку, управління різними департаментами одного й того ж підприємства здійснювалося з урахуванням різних розрізнених систем. Згодом цей підхід в інформатизації став називатися «кляптевою» автоматизацією. Разом з тим важливо відзначити, що розуміння потенційної можливості реалізації всіх процесів, що відбуваються, в рамках однієї інформаційної системи прийшло саме на першому етапі розвитку.

Другий етап. Стали розвиватися технології інтеграції. Інформаційна система стала єдиним контуром для всього всі дані о товарах підприємства, постачальниках, клієнтах, включаючи співробітників, стали зберігатися в єдиній базі даних. Це дозволило значно скоротити трудовитрати на введення даних у систему, усунути проблему «повтору», тобто багаторазового введення тих самих даних у різні інформаційні системи. Однак і тут були труднощі. Інформаційними системами, більшість продовжувала працювати по-старому. З цієї причини вони не могли отримувати оперативну інформацію своєчасно і в повному обсязі.

Другою проблемою була дорожнеча впровадження.

Третій етап. Саме в цей час стали активно розвиватися мережеві технології, які сприяли появі глобального всесвітнього павутиння, та перших інтернет браузерів. З цього моменту закрита військова мережа ArpaNet стала поступово використовуватися для комерційних цілей, перетворившись потім на відкриту глобальну мережу Інтернет. Інформаційні системи отримали можливість здійснювати комунікації одна з одною. Наступним витком розвитку мережної інфраструктури можна з упевненістю вважати появу закритих інформаційних тунелів VPN на основі відкритої мережі Інтернет, дозволивши віддаленим філіям чи офісам формувати єдиний захищений інформаційний простір. Завдяки цій можливості інтеграційні процеси стали проникати ще глибше у діяльність підприємств, фірм, компаній і почали розширюватися на постачальників та дистриб'юторів.

Особливо варто наголосити, що в цей же період набули розвитку концепція Lean Production і принцип Just-in-Time. З'явилося поняття «управління ланцюгами постачань» або SCM - Supply Chain Management і затвердилися принципи інтегрованого ланцюга постачань, що включає глобалізацію логістики та процеси обслуговування споживачів, включаючи послуги з доданою вартістю.

Четвертий етап припадає на початок 2000-х років і продовжується до теперішнього часу. Поява інтелектуальних технологій та нових стандартів зв'язку вивела логістику на зовсім інший рівень. Тепер цілий спектр монотонних низькокваліфікованих операцій стали виконуватися в автоматизованому режимі. Наслідком цього було дано старт появі нових професій, які безпосередньо пов'язані з обробкою інформації та її структуруванням. Негативний ефект на даному етапі проявився у скасуванні професій, які досить легко автоматизувати, а це може призвести до скорочення робочих місць, зростання безробіття, соціальної напруги. Так, наприклад, функції планування, формування звітів, відстеження статусу замовлення або геолокації транспорту можуть виконуватися автоматично.

Інформаційні системи із застосуванням технологій штучного інтелекту мають можливість обробляти великі обсяги даних і здатні отримувати знання з наявних даних, використовуючи технології машинного навчання. Їхній пріоритет

на основі нечітких відносин.

Незважаючи на великі досягнення у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, інформаційні системи мають низку слабких сторін. Основні переваги та недоліки ЕКР-системи в площині розв'язання задач з організації логістичних потоків показані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Сильні та слабкі сторони систем ERP

№ п/п	Переваги	Недоліки
1.	Використання кращого технологічного, індустріального досвіду	Результативність проекту впровадження, використання системи ERP залежить від знань, умінь персоналу. Часто це не підходить підприємствам малого та середнього бізнесу
2.	Постійний моніторинг робіт від прийняття замовлення до його виконання	Плинність персоналу: необхідні нові люди зі знанням та досвідом використання ERP систем; звільнення старих працівників
3.	Відстеження фінансових потоків від замовлення до отримання грошей на рахунок	Обмеженість кастомізації ERP Систем
4.	Облік та відстеження взаємозалежностей робіт/рахунків/грошових потоків	Реінженіринг бізнес-процесів для відповідності зазначеному "стандарту промисловості", який наказує ERP система; може призвести до втрати унікальних конкурентних переваг
5.	Облік та аналіз доходів, витрат та прибутку	

Працюючи в автоматизованому режимі, такі системи можуть самостійно оцінювати:

- якість роботи транспорту;
- якість виконаних поставок;
- якість послуг логістичного провайдера.

Складності розвитку технологічної інфраструктури, поява нових трендів в економіці, урядовий курс на цифровізацію економіки сприяє і певною мірою змушує виробників товарів і продуцентів послуг рухатися в ногу з часом. Аналітичне агентство відзначає такі основні напрямки, які найбільше вплинуть у майбутньому на суспільство та економіку:

- автономні транспортні мережі;
- великі дані;
- технологія 5G;
- інформаційні технології, за допомогою яких будуть усунуті посередники з підбору варіантів нерухомості, у тому числі із застосуванням віртуальних 3D-турів.

Перехід від технічної інфраструктури до цифрових екосистем дозволить закласти основу нових бізнес-моделей, які згладять розрив між людиною і технологіями. Машинне навчання, штучний інтелект, динамічна інфраструктура, автоматичне прийняття рішень, автоматичне розподіл матеріальних, фінансових та інформаційних потоків між постачальниками та замовниками дозволить врахувати персональні пріоритети з одного боку та переваги учасників логістичних процесів, з іншого, а також вивести інтегровану концепцію логістики на рівень адаптивно-інтегрованої.

Основними її провідниками будуть провайдери 5PL з використанням адаптивних технологій для формування динамічної логістичної інфраструктури на основі компланарних потоків і принципів нечіткої композиції. Застосування технологій штучного інтелекту також дозволить успішно вирішувати завдання в умовах неповної інформації та неминуче викличе зміну у підходах надання всього комплексу логістичних послуг загалом.

З точки зору специфіки та змісту методології адаптивно-інтегрованої логістики, теоретично можна виділити дві групи взаємопов'язаних завдань: координація логістичних систем як на мікро, так і на макрорівні та додатковим інструментарієм, що базується на теоретичних засадах системного аналізу, моделювання бізнес-процесів одержання синергетичного ефекту.

Динаміка розвитку логістики нерозривно пов'язані з використанням цифрових технологій. Проглядаються різні сценарії цифрової трансформації логістики. Один із них корелює із входом на ринок нових гравців, які є джерелами інтенсифікації цифрового розвитку галузі, або чинні організації виступають драйверами цифрової трансформації логістики.

Інший сценарій розвитку пов'язаний із входом на ринок нових продуцентів

логістичних послуг. Саме вони будуть сфокусовані на активне використання існуючих цифрових технологій, таких як блокчейн, що є багатфункціональною і багаторівневою системою обліку активів, при використанні якої створюється хронологічний ланцюжок блоків даних, обсяг яких збільшується в міру появи нових транзакцій або аналітика великих даних та інших.

До 2030 року на території низки країн Європейського Союзу планується збудувати єдину логістичну інформаційну мережу, яка сприятиме розвитку провайдерів формату 5PL. Основну роль у їхньому функціонуванні виконуватимуть інформаційні технології на основі штучного інтелекту, який дозволить повністю автоматизувати логістичні процеси.

Логістика взаємопов'язана з багатьма сферами діяльності, що ставить перед постачальниками логістичних послуг нові цілі, досягти яких необхідно в найкоротші терміни для адаптації до сучасних умов формування цифрової економіки як на національному рівні, так і у світовому масштабі. Серед найважливіших завдань логістичних компаній можна виділити прискорення термінів надання логістичних послуг за умови підтримки прийнятної для споживачів вартості, а також розширення територіальних кордонів надання послуг за рахунок розвитку цифрових платформ, впровадження цифрових інструментів на всіх етапах надання послуг, включаючи використання безпілотних дронів, роботизованої техніки та інше.

Концептуально, позначаючи знаковий характер розглянутих вище трендів, можна зауважити, що розвиток сучасної логістики у середньостроковій перспективі неминуче пов'язані з інформаційно комунікаційними технологіями. Логістичні провайдери рівня 5PL здійснюють свою діяльність із використанням Інтернет-технологій.

Теоретичні дослідження у питаннях розробки методів адаптивно-інтегрованої логістики дозволять як уточнити понятійний апарат досліджуваної області, так і вивести логістику нового рівня розвитку, де основна роль буде за машинними технологіями: машинним навчанням, нейронними мережами, штучним інтелектом та інші. Місце та функціонал людини під час прийняття рішень постійно уточнюватиметься з урахуванням інтелектуальної

складової автоматизованих комплексів, що дозволить сформувати нову концепцію корисності. Відповідно, знижуватимуться негативні наслідки впливу людського фактора, а також зменшуватиметься час прийняття рішення на основі машинних алгоритмів.

Висновки з 2 розділу

1. Розглядається пошук нових методів, що забезпечують зростання конкурентоспроможності логістичних провайдерів в умовах цифровізації економіки країни. Їх базис-комплексне використання інтелектуальних інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволяють в автоматизованому режимі займатися моніторингом конкурентного середовища, аналізувати і виявляти причини виникнення ризикових ситуацій, які продукують потужну інерцію перенесення макроекономічних складностей, що накопичилися сьогодні в майбутнє, що, у свою чергу, є одним з інформації для прийняття управлінських рішень та вироблення необхідних рекомендацій.

2. З'ясовано існуючу класифікацію інформаційних потоків, зроблено докладний аналіз, який дозволив внести нові класифікаційні ознаки. Уточнено понятійний апарат потокової теорії логістики, стосується «компланарних потоків» з урахуванням їхньої економічної сутності.

3. Показано, що, логістика в сучасних умовах не може існувати без якісного інформаційно-технологічного забезпечення, цілий спектр видів діяльності підприємства перевели частково або повністю у віртуальний простір, маючи в Інтернеті власне віртуальне представництво. Це, безсумнівно, вносить певну специфіку конфігурацію логістичних потоків.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ РОЗВИТКУ АДАПТИВНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИКИ

3.1 Сучасні логістичні концепції

В умовах глобалізації та одночасної зміни економічних укладів виникає питання про роль логістики в сучасному постіндустріальному суспільстві та подальшому її розвитку. При можливостях науки і техніки, що зросли, практично будь-який продукт може бути скопійований і вироблений через три - шість місяців після його виходу на ринок. Захистом від таких дій, крім законодавчої бази, мають бути ринкові механізми, тобто економічно не вигідно було б виробляти новий товар конкурентам. У цьому питанні основне завдання зводиться до зменшення витрат на виробництво, просування та розповсюдження готового продукту. А це сфера розгляду логістики.

Спираючись на принципи логістики, визначено, що основа конкурентоспроможності сучасних бізнес-структур, а саме виробництво, постачання та збут, базуються:

- по-перше, на мінімальній кількості запасів матеріалів, сировини, готової продукції складах;
- по-друге, своєчасності доставки як завантаження виробничого циклу, і клієнтам.

Ідеальний варіант, з погляду логістики, це наявність “нульових” запасів. Інтерес до цього інструментарію викликаний тим, що значне скорочення запасів є надійною платформою для скорочення витрат у всьому логістичному ланцюзі загалом.

Сутність концепції полягала в активній участі кожного співробітника в оптимізації бізнес-процесу підприємства з фокусом максимального задоволення потреб клієнта.

Якщо першому етапі аналізована концепція впроваджувалась у галузях з дискретним виробництвом, то наступним кроком стала її адаптація до вимог процесного виробництва.

Її особливість полягає в об'єднанні всього ланцюга постачальників, які безпосередньо беруть участь у поточковому створенні цінності. Часткове поповнення запасів здійснюється невеликими партіями. Для оцінки такої системи було введено новий показник – сукупна логістична вартість.

На початку ХХІ століття досить успішно реалізовувалась ідея комплексного застосування концепцій «ощадливе виробництво» та «шість сигм». Остання має на увазі безперервне підвищення якості кожного з процесів.

Справа в тому, що ефективно застосування інструментарію скорочення запасів як системи, насамперед базується на перетворенні параметрів повного комплексу взаємопов'язаних процесів, які забезпечують виробництво: транспортування; складування; закупівля; збут.

У сучасних умовах, щоб успішно впровадити ці зміни, потрібні масштабні інвестиції. Варто наголосити, що при успішному впровадженні організацією системи скорочення витрат, інвестиції досить швидко окупаються у процесі господарської діяльності. Однією із затребуваних над ринком логістичних систем, яка знайшла широке застосування у України економіці розвинених країн, є система Kanban. Економічна сутність системи Kanban полягає в організації безперервно-потокового виробництва таким чином, що швидко перебудувати виробництво можна без великих запасів матеріалів та комплектуючих засобів. Це досягається шляхом постачання матеріальними ресурсами підрозділів підприємства у тому обсязі й у період, що потребує виконання замовлення. Це замовлення у свою чергу сформоване структурним підрозділом, який виконує наступний виробничий етап або упакує готову продукцію. Отже, структурні підрозділи корпорації немає загального жорсткого графіка виробництва. Їхнє основне завдання полягає в організації виконання в повному обсязі замовлення, яке слідує в технологічному циклі після попереднього на аналізованій ділянці.

Варто зауважити, що основним потоком є матеріальний, а інформаційний відіграє роль допоміжного, але завдяки йому досягається функціонування системи. Сама назва системи у перекладі з японської мови походить від слова картка. Основу системи складають картки, які є носіями певної інформації про кількість виробленої, а також спожитої продукції у кожний реальний часовий

інтервал. Крім карток носіями інформації у межах цієї системи є графіки (постачання сировини, комплектуючих, виробничі, транспортні) та технологічні карти, системи контролю якості продукції та інші. Таким чином, масштабне практичне впровадження системи Kanban стало можливим завдяки управлінню взаємодією матеріальних та інформаційних потоків, а це спричинило:

- до підвищення якості продукту, що випускається в цілому, тому що якість кожного елемента перевіряється неодмінно на місці його виготовлення;
- до прискорення оборотності оборотного капіталу підприємства рахунок скорочення циклу: постачання-виробництво-збут;
- до зниження собівартості продукції рахунок скорочення запасів на складах і зменшення незавершеного виробництва.

Незважаючи на багато позитивних сторін концепції Kanban, варто відзначити і її обмеженість у застосуванні, яка викликана специфікою виробництва: короткий виробничий цикл чи існує безперервно-потокове виробництво.

У рамках проблематики цього дослідження доцільно розглянути ще одну логістичну концепцію. «точно вчасно» (JIT), яка охоплює питання планування виробництва та постачання. Суть цієї концепції у наступному: повністю відмовитися від будь-якого виду запасів, які необхідні організації функціонування промислового виробництва. Наступний етап, відмовитися від запасів у дистриб'юції. Концепція «точно вчасно» базується на припущенні: якщо складено виробничий розклад, то є висока ймовірність організації руху матеріальних потоків з урахуванням усіх нюансів. Таким чином, сировина, деталі, компоненти, складальні вузли надходитимуть згідно з принципами логістики: у необхідній кількості, у певне місце, у призначений час. Це дозволить забезпечити процес складання чи виробництва без перерви, вимушених простоїв.

Цілком припустимо, що з організації економічної діяльності за правилами, зазначеними вище, запаси як резерв утримувати для підприємства не треба. Наслідком цього стає дуже значне скорочення витрат, пов'язаних із зберіганням, обліком, оплатою резервних запасів, що призводить до зменшення виробничих витрат.

Крім того, особливість концепції «точно в строк» полягає у високій організації зворотного зв'язку зі споживачами готової продукції, яка спирається не на резервні запаси, а на виробничі потужності. У компанії має бути можливість використовувати поточні матеріали і зробити готову продукцію, так би мовити, безпосередньо "з коліс".

Без наявності резервних запасів матеріальних ресурсів організація бізнес-процесів та управління виробництвом загалом мають бути точно сплановані та високо організовані. Справа в тому, що практично будь-який резервний запас дає змогу зменшити помилки в організації виробництва, приховує недоліки, скорочує простої. Слід підкреслити, що матеріальні ресурси, що надходять "з коліс", апріорі повинні бути заданої якості.

Незважаючи на досить успішне застосування концепції ЛІТ на низці підприємств, варто наголосити на її обмеженості у застосуванні. Ця система стійко функціонує у межах організацій, що мають виробництво короткого циклу, і випускає партії готової продукції невеликими обсягами. Це необхідні умови, за яких є можливість домогтися синхронізації всіх видів робіт, починаючи від підготовчих, складальних та закінчуючи пакувальними. Для впровадження такого алгоритму у виробництво на практиці потрібні кардинальні зміни у всій роботі організації.

Проте концепція «точно вчасно» зробила прогресивний вплив на принципи управління виробництвом. Основні з них пов'язані з трансформацією планових завдань. Центральний орган планування компанії призначає планові завдання не всім структурним підрозділам, а конкретно - складу готової продукції, який видає завдання пакувальному підрозділу про необхідність у певний час відвантажити на склад певний обсяг готової продукції, далі видається завдання складальному цеху і в такій послідовності всім задіяним підрозділам всього ланцюга постачань.

Аналіз даних економічної діяльності європейських компаній показує позитивну динаміку від впровадження у виробництво концепції "точно в строк":

- скорочення запасів незавершеного виробництва на 80%;
- зменшення запасів готової продукції на 30%;
- скорочення часу виробничого циклу на 40%;

- зменшення витрат виробництва до 20%;
- скорочення запасів матеріальних ресурсів у 7 разів.

Більше поширення, ніж концепції "Канбан", "Точно вчасно", набула логістична система управління виробництвом, саме MRP "Планування потреб у матеріалах/виробничого планування/ресурсів"

Суть її полягає в наступному, заздалегідь плануються логічно пов'язані між собою процедури, тим самим замість виробничого розкладу вони створюють послідовний ланцюг вимог, які синхронізовані. Ці вимоги у свою чергу покриваються точною кількістю складальних деталей, комплектуючих, інших матеріалів, які необхідні в процесі виконання встановленого розкладу. Варто зазначити, що система планування потреб у матеріалах/виробничого планування/ресурсів досить гнучка, і надає можливість господарю бізнес-процесу переформатувати послідовності "вимог" у випадках змін, що надійшли за трьома напрямками:

- у виробничому розкладі;
- у параметрах продукції;
- у структурі запасів.

Аналіз функціонування системи MRP показав, що управління запасами матеріалів та готової продукції стало можливим завдяки впровадженню у господарську діяльність організацій швидкодіючих комп'ютерів, відповідного програмного забезпечення. Подальша модернізація системи "Планування потреб у матеріалах/виробничого планування/ресурсів" призвела до створення MRP-I та MRP-II відповідно.

MRP-I являє собою сукупність логічно пов'язаних процедур, правил, вимог, які транслиють виробничий розклад до послідовного ланцюга вимог, які синхронізовані. Ці вимоги мають покриття точною кількістю складальних деталей, комплектуючих та інших матеріалів для кожного компонента виробництва. Є безперечні переваги системи MRP-I:

- забезпечення потреби у матеріалах, виробничих компонентах виготовлення продукції;
- організація доставки готової продукції клієнту;

- збереження низького рівня запасів матеріальних ресурсів, готової продукції;

- планування виробничих операцій, а також закупівлі матеріальних ресурсів та доставки готової продукції.

Системи MRP-I не призначені для планування завантаження виробничих потужностей, що значно знижує їх поріг застосування. Наслідком цього стало створення системи MRP-II з наявністю функціоналу планування виробничих потужностей та трудових ресурсів. Аналізована система може розрахувати варіанти розміщення замовлень на матеріальні ресурси з контролем закупівель, видавати рекомендації з графіку випуску готової продукції. Причому система працює в режимі онлайн з оновленням баз даних завдяки вбудованому програмному блоку, який видає інформацію про обсяг незавершеного виробництва. Усі ці зазначені інновації підвищили ефективність планування виробництва та управління матеріальними потоками як усередині організації, так і у взаємодії з постачальниками, клієнтами.

Створення та впровадження у повсякденну діяльність організацій системи планування та управління ресурсами підприємства ERP, охоплює всі функціональні та виробничі підрозділи підприємства та яка сфокусована на безперервну підтримку балансу та оптимізації ресурсів компанії, використовуючи інтегрований пакет програмного забезпечення.

Одним із основоположників концепції Індустрія 4.0 є німецька академія «Acatech», яка передбачає розвиток кіберфізичних платформ у найближчому майбутньому: інтернет речей; інтернет сервісів; інтернет людей.

Безперечно, така побудова кіберпростору змінить вектор взаємодії клієнтів (споживачів товарів, послуг) та організацій (виробників товарів, продуцентів послуг). Наприклад, технологія блокчейн, в якій учасники мережі перевіряють і дозволяють транзакції, перш ніж вони будуть виконані трастові транзакції. Довіра вбудована у протокол мережі. Таким чином, учасникам не потрібен певний суб'єкт (посередник), який є гарантом дотримання встановлених правил. Це дозволяє укладати контракти практично з будь-якими активами. Ще один приклад таких технологій - це технологія розподілених однорангових мереж мереж Mesh,

особливістю яких є взаємодія мережевих пристроїв за принципом «кожен-з-кожним», що дозволить реалізувати децентралізоване управління локальними пристроями, знизивши тим самим навантаження на центральний сервер при виконанні повсякденних завдань, але, водночас, забезпечувати необхідний рівень управління та контролю. Кожен із пристроїв може бути одночасно клієнтом і трохи сервером.

3.2 Сутність адаптивно-інтегрованої логістики

У сучасних умовах дуже актуальне завдання щодо підвищення економічної ефективності бізнес-структур. Насамперед це пов'язано з погіршенням макроекономічної ситуації та зниженням інвестиційної привабливості України. Наступним важливим фактором є формування віртуального простору як нового компонента інфраструктури, що, природно, призводить до ускладнення взаємодії між постачальниками та споживачами, між найбільшими ринковими гравцями.

Один із варіантів вирішення проблеми координації та взаємодії з усіма зацікавленими сторонами, який активно обговорюється та лежить у площині трансформації управління організацією. Логіка розвитку свідчить про необхідність переходу від функціонального підходу в сучасних умовах до процесного. Головна особливість якого у можливості адекватної оцінки у межах кожної функції як продуктивності, так і ефективності всієї системи комплексної точки зору. З позиції управління у процесному підході виділяють вісім основних бізнес-процесів, які проілюстровані на рисунку 3.1.

Ці процеси охоплюють всю господарську діяльність організації. Перший блок визначає функціонал «компанія – клієнт»:

- управління взаємовідносинами із клієнтами;
- управління виконанням замовлень.

Блок операційного функціоналу:

- управління логістичним сервісом;
- управління виробництвом та операціями;
- управління зворотними матеріальними потоками.

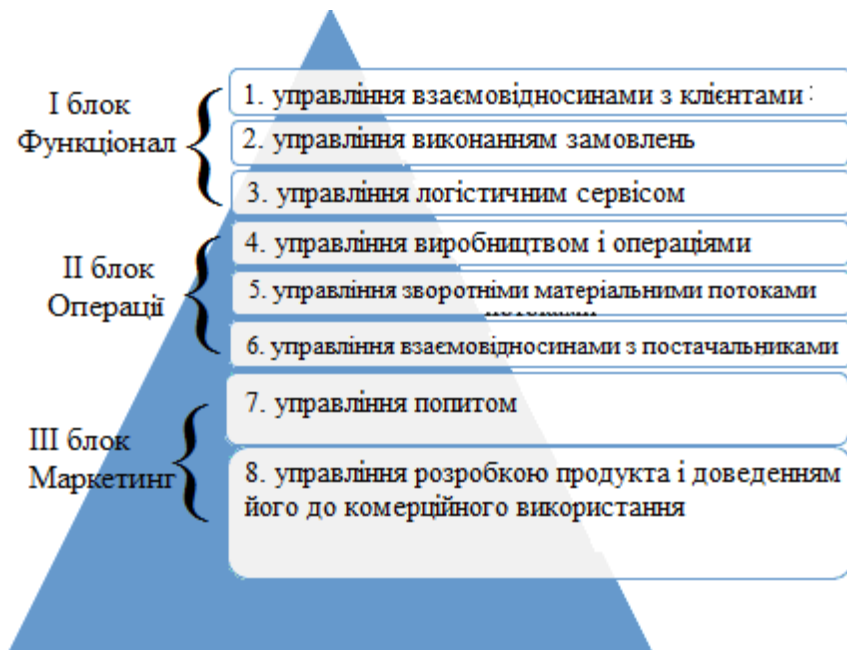


Рисунок 3.1 – Основні бізнес-процеси по управлінню ланцюгами постачань (процесний підхід)

Третій блок взаємодії з постачальниками:

- управління взаємовідносинами із постачальниками.

Блок маркетингу та НДДКР:

- управління попитом;
- управління розробкою продукту, доведення його до комерційного використання

Наступний етап розвитку логістики після ланцюгів постачання, який проходить на основі концепції створення споживчої цінності, нерозривно пов'язаний з логістикою мереж (мережевою логістикою). Вважається це найвищим рівнем розвитку логістики. Рівень переходить від лінійних взаємодій учасників ланцюгів постачання до більш багатограних: перетину, об'єднання, створенню додаткових мереж за рахунок афілійованих бізнес-структур і всіх зацікавлених сторін. з урахуванням процесного підходу та наявності господарських зв'язків розроблено основи методології адаптивно-інтеграційної логістики.

У контексті дослідження потенційних можливостей побудови мережі впливає, що ключовими є чотири бізнес- процеси, що мають першочерговий

вплив на побудову стійкої структури мережі, а саме управління: взаємовідносинами із клієнтами; логістичним сервісом; попитом; виконання замовлень клієнтів.

Необхідно створити структури для розвитку споживачів товарів, послуг з наявністю функції управління ними – ці завдання покладено на процес управління взаємовідносинами з клієнтами. Наступний важливий крок полягає у створенні та підтримці ділової репутації організації в очах усіх зацікавлених сторін, що базується на доступності товарної лінійки, дотриманні заявлених термінів постачань, точному повідомленні клієнтів про статус замовлень. Ці завдання вирішуються у процесі обслуговування клієнтів. Іншими словами, аналізований процес є адміністрування угод щодо товарів і послуг, які визначені в рамках управління взаємовідносинами з клієнтами.

Управління попитом є важливим фактором оптимізації сукупних логістичних витрат і натомість зростання якості логістичного сервісу. Досягти високих показників у цьому питанні можливо за рахунок операційного планування, яке є сукупністю угод щодо продуктів, сервісу. Воно дозволяє в режимі онлайн знайти баланс між вимогами клієнтів та можливостями підприємства». Досягається виконанням комплексу організаційно-економічних заходів щодо залучення фахівців компанії з відділів: закупівель, виробництва та розподілу.

Особливо слід наголосити на необхідності розробки резервного плану з мінімізації ризиків, пов'язаних з порушенням операційної діяльності компанії.

Управління виконанням замовлень - це важливий компонент системної координації між підрозділами всередині підприємства, фірми, компанії, між учасниками ланцюга постачання, а також організації процедури дотримання вимог клієнтів відповідно до їх очікувань.

Тут розглядають два рівні управління: стратегічний та оперативний. На стратегічному рівні проводиться маркетинговий аналіз, виділяються цільові групи, дається оцінка можливостей ланцюга постачання обслуговування різних категорій клієнтів. Проаналізувавши отримані дані, проводиться зведення вимог до функціонування процесу. Це розглядається на операційному рівні, що дозволяє

оцінити можливості логістичної мережі. Отриманий результат визначає подальший план дій: чи треба реорганізовувати логістичну мережу, чи є в ній дивергенція. Вищевикладені методи дозволяють зменшити логістичні витрати на 11-12%, оскільки конфігурація структури мережі розподілу впливає на 80% сукупних логістичних витрат.

Наступний крок – безпосереднє планування процесу виконання замовлень, визначення ключових параметрів оцінки його ефективності.

Сучасна концепція інтегрованої логістики ґрунтується на Supply Chain Operations Reference (SCOR) - моделі управління ланцюгами постачань, які дозволяють об'єднувати різні за природою інформаційні системи в єдиний інтегрований ланцюг постачань та організувати управління бізнес-процесами за уніфікованими правилами. При цьому відбувається утворення не тільки єдиного інформаційного простору, але і єдиного простору бізнес функцій.

Розвиток інтелектуальних технологій та впровадження їх у різні бізнес-процеси дозволяє додати «розумну» складову під час виконання бізнес-процесів у віртуальному просторі. Віртуалізація дозволяє їх автоматизувати та розвантажити персонал при обробці великих обсягів інформації та підготовці відповідальних управлінських рішень.

Важливою особливістю при реалізації адаптивності глобального ланцюга постачань є ітераційний підхід на основі методики управління якістю Демінга-Шухардта (цикл PDCA), який дозволяє керувати реагуванням на кожну ітерацію циклу. У даному методі даний механізм реалізується за допомогою мета-даних інформаційних повідомлень, які автоматично в режимі реального часу змінюються відповідно до закладених алгоритмів управління компланарними потоками. Зазначимо, що кожна наступна ітерація виконується із явно вищим рівнем якості, ніж попередня.

У підсумку отримується система, що самоадаптується, яка в автоматичному режимі безперервно аналізує вхідні параметри компланарних потоків, виробляє оптимальні параметри для наступної ітерації і зберігає їх в блоках метаданих самих інформаційних повідомлень. На основі цих мета даних будуються нові залежності для коригування бізнес-процесів усіх учасників логістичного ланцюга,

яких торкнуться цих змін.

Для підвищення якості адаптивно-інтегрованого логістичного ланцюга постачання необхідно не тільки інтегрувати інформаційні системи учасників, але й підключити зовнішні джерела інформації для безперервної актуалізації даних за допомогою спеціалізованих програмних сканерів (парсерів), які автоматично отримують необхідну інформацію з банків даних, довідково-правових систем, VLC -агрегаторів і т.д.

Методологічна підтримка адаптивно-інтегрованої логістики використовує ідеологію CALS -методології (Continuous Acquisition and Life cycle Support) для безперервної підтримки постачання та життєвого циклу виробів.

Референтна модель SCOR як міжгалузевий стандарт містить готовий набір бізнес-правил та типових процесів, які будь-яка фірма може взяти за основу розробки власної моделі процесів. Наявність вертикальних та горизонтальних зв'язків дозволяє виконувати об'єднання різних аспектів логістичної діяльності в рамках глобального ланцюга постачання.

Сучасні інформаційні системи (ERP, CRM, SCM, PLM та ін) містять вертикальні зворотні зв'язки, які дозволяють управляти бізнес-процесами в рамках одного підприємства, але цього явно недостатньо для проєктування загальних ланцюгів постачань. Подібний функціонал можна реалізувати тільки за наявності горизонтальних зворотних зв'язків. При цьому кожне з підприємств продовжить роботу з використанням вертикальних зв'язків, але для кожного рівня з'явиться горизонтальний зв'язок (рис. 3.2).

При цьому вертикальні зв'язки в інформаційних системах забезпечуються відповідно до принципу PDCA, а логістичні потоки - за принципом Plan, Source, Make, Deliver, Return (Планування, Постачання, Виробництво, Доставка, Поворотні потоки), відповідно до моделі інтегрованої концепції SCOR.

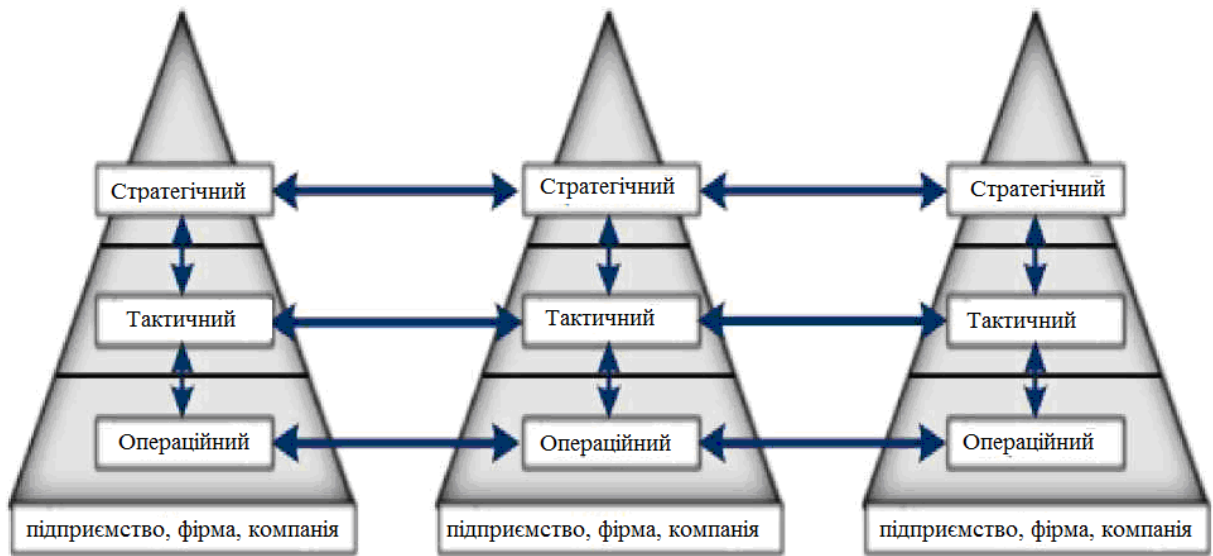


Рисунок 3.2 – Реалізація зв'язків в глобальному ланцюгу постачань

Загальна кількість сценаріїв розвитку подій під час проєктування логістичних потоків у разі істотно збільшується, що призводить до ускладнення всієї системи управління загалом. На рисунку 3.2 схематично представлений механізм формування компланарних потоків, який наочно показує чисельність зв'язків і можливостей зростання кількості учасників аналізованого процесу.

Однак насправді все може бути набагато складніше. Ланцюжок взаємовідносин може зрости у будь-який бік. У кожного з постачальників може бути не один, а ціла мережа постачальників, у кожного з них своя мережа і надалі. Так само можуть зрости ланцюги у бік споживачів. Споживач одного може бути споживачем іншого, а у споживача фірми може бути споживач. В результаті загальна картина може бути такою, як на рисунку 3.3, на якому товсті кольорові стрілки позначають основні взаємодії між постачальниками і споживачами. Оскільки один постачальник може бути одночасно постачальником другого, третього та n-ого споживача, то ці зв'язки також необхідно враховувати.

Тонкі чорні стрілки позначають різні комбінації взаємовідносин клієнта з «чужими» постачальниками і споживачами. У підсумку система зв'язків нагадує нейронну мережу зі структурою пошарових зв'язків "кожен-з-кожним" на кожному з шарів.

Особливо варто підкреслити той факт, що щоб у цьому скупченні підприємств, фірм, компаній вдалося вибудовувати глобальні ланцюги постачань

при вхідних даних, що постійно змінюються, необхідна якісна автоматизація якомога більшої кількості бізнес-процесів. Оскільки центром даної ланцюга постачань є фірма-клієнт логістичного провайдера, а центром управління всього ланцюга постачань є інформаційна система самого логістичного провайдера, то застосовуватися ця схема може до будь-якого підприємства простим усуненням двох центрів: центральної ланки ланцюга та центру управління ланцюгом постачань. При цьому всі принципи та алгоритми маршрутизації потоків зберігаються.

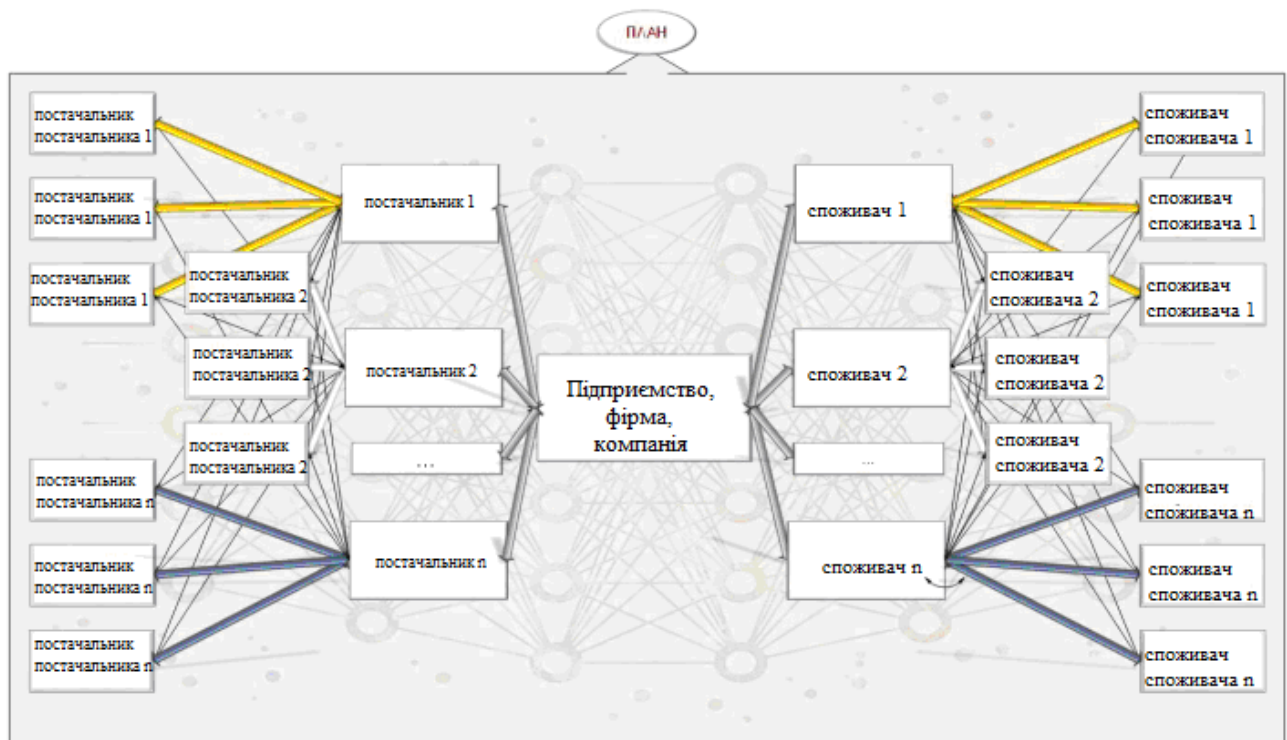


Рисунок 3.3 – Механізм формування компланарних потоків

Варто також відзначити, що в адаптивно-інтегрованій логістиці всі інформаційні повідомлення, що передаються горизонтальними зв'язками, упаковуються в дискретні інформаційні повідомлення, що складаються з двох блоків. У службовому блоці повідомлення передаються дані, необхідні для маршрутизації та управління потоками, розрахунку вагових коефіцієнтів потоку, дані для подальшого навчання нейронної мережі та інше.

Інформаційні повідомлення надходять в інформаційну систему в безперервному режимі та накопичуються у сховищі даних для подальшої обробки. Із загального обсягу повідомлень, що надходять, на основі метаданих

вибираються тільки ті, які мають відношення до поставленого завдання. Далі на основі теорії нечітких множин з ними проводяться необхідні операції: дані формуються у вигляді таблиць і на основі матричного числення обчислюються необхідні вагові коефіцієнти, на основі яких будуються результуючі матриці для прийняття рішення або ранжування критеріїв.

3.3 Фактори підвищення якості логістичних послуг в умовах цифрової економіки

Одним з найбільш значущих конкурентних факторів при наданні послуг є їхня якість. Якісна послуга не є вирішальним фактором. І сам показник того, що послуга є якісною, не може бути конкурентною перевагою. Послуга має бути якісною за промовчанням. Споживач не оцінить даний факт, він спочатку очікує надання якісної послуги, але якщо послуга буде надана незадовільно, цей факт неминуче призведе до його обурення. Негативна емоція в цьому випадку матиме значно сильніший вплив на сприйняття послуги. Клієнт тоді більш мотивований, щоб розповісти про неякісну послугу своїм друзям, написати про це на своїй сторінці у соціальній мережі, залишити негативні відгуки на спеціалізованих сайтах, чого не відбувається при якісному наданні послуги. Якісна послуга сприймається як належне і клієнт набагато менш охоче ділиться з іншими людьми.

З погляду методів адаптивно-інтегрованої логістики компланарні потоки дозволяють скоротити ймовірність негативного відгуку при потоковому наданні послуг. Це особливо важливо при взаємодії продуцента послуг та клієнта у віртуальному просторі. Автоматизована система працюватиме завжди з рівнем якості, що безперервно підвищується, що забезпечується зворотним зв'язком і дозволяє спеціалізованим алгоритмам навчатися і вносити корективи у вихідні параметри при наданні послуг за принципом Демінга-Шухардта.

Відповідно до моделі зрілості організацій, розробленої інститутом CMM1, найбільш оптимальна взаємодія між постачальниками та замовниками відбуватиметься у тому випадку, якщо рівні їхньої організаційної зрілості

однакові. У випадку, якщо одна з компаній знаходиться на більш високому або нижчому рівні, виникатимуть розбіжності та труднощі при організації ланцюга постачання. Якщо постачальник перебуває на вищому рівні організаційної зрілості, ніж замовник, то при вибудовуванні логістичного ланцюга це може призвести до таких наслідків. Якщо організація-замовник замовила доставку деякої партії матеріального товару в більш зрілого постачальника на конкретну дату і конкретний час, то це зовсім не означає, що сама організація замовник зможе вчасно забезпечити якісне приймання товару. Нижчий рівень зрілості означатиме, що у замовника може виявитися вільних складських площ для приймання товару, може вистачити людських ресурсів чи виявиться, що нікому розвантажувати прибув транспорт тощо. Тобто більш зрілий постачальник своєчасно виконає свої зобов'язання, проте накладки і труднощі виходять від замовника. Це викликає перший тип непорозуміння, коли постачальник перебуває на вищому рівні зрілості, ніж замовник.

Однак, це не найнеприємніша ситуація. Набагато гірша справа буде, якщо рівні зрілості будуть зворотними – замовник виявиться зрілішим, а постачальник менш зрілим. У цьому випадку фірма-замовник чекатиме від постачальника своєчасної та якісної доставки, яку надати постачальник не завжди здатний. У цьому випадку непорозуміння між учасниками логістичних взаємин буде набагато більшим.

Ідеальним сценарієм взаємодії учасників логістичних взаємовідносин є випадок, коли рівні організаційної та інформаційної зрілості збігаються (рис. 3.4).

Інформаційна зрілість - ще одна модель, розроблена тим самим інститутом СММ1, але характеризує рівень зрілості з управління корпоративним контентом. Разом з організаційною зрілістю вони характеризують готовність підприємств до впровадження інноваційних принципів управління логістичними потоками, а стосовно даного дослідження, управлінню компланарними потоками.

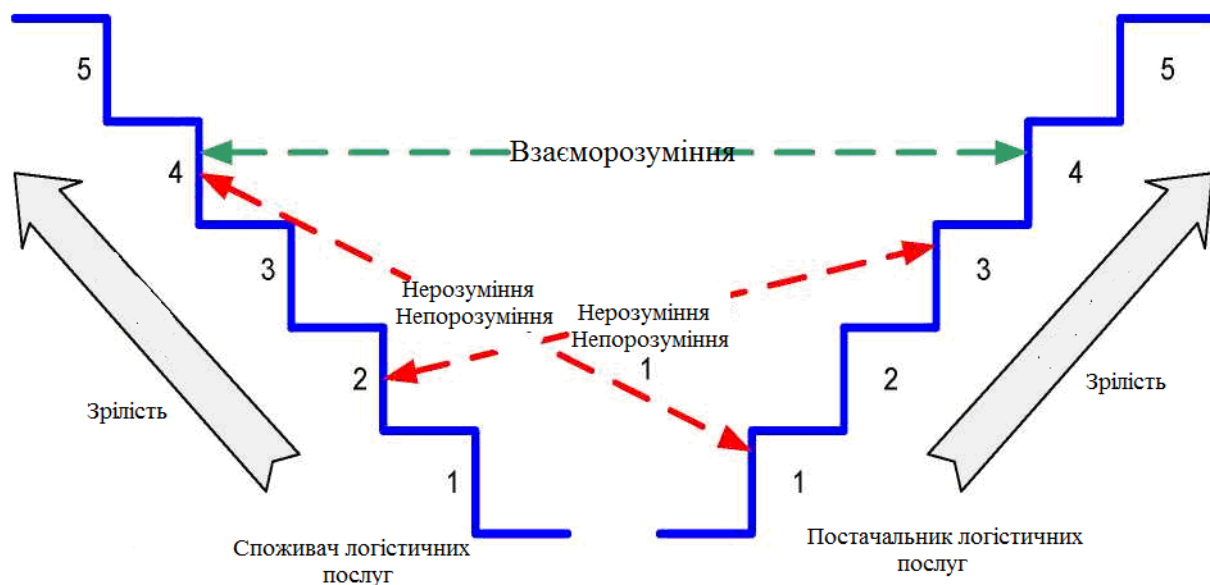


Рисунок 3.4 - Модель взаємовідносин постачальника та споживача логістичних послуг

Підприємствам, фірмам, компаніям необхідно оцінювати свій рівень організаційної зрілості для того, щоб розуміти свої внутрішні можливості, а також необхідно оцінювати зрілість своїх партнерів, щоб включити їх у єдиний простір бізнес-процесів. організаційної зрілості, то це буде перешкодою для їх інтеграції в рамках однієї логістичної платформи, оскільки рівні та підходи до управління бізнес-процесами будуть різними і виникне велика кількість колізій при побудові єдиного простору бізнес- процесів.

Питання підвищення якості логістичних послуг у віртуальному просторі має сенс розглянути у двох аспектах. Перший стосується самої якості послуги, другий впливає з першого, це постійне оновлення самих послуг, тобто вихід нових. Особливо це актуально для високотехнологічних підприємств, які, крім фінансових ресурсів, мають технологічні заділи, завдяки проведеним НДДКР.

Для підтримки вітчизняних підприємств, захисту своєї ніші ринку має бути створена нормативно-правова база для управління логістичними процесами у віртуальній сфері, яка регулюватиме бізнес-процеси в Інтернеті та їх фінансову складову, ринок програмного забезпечення, питання кібербезпеки, а також низку інших актуальних видів цієї специфічної діяльності.

У світлі виявленої проблеми необхідна підтримка держави, тому що бізнес-спільнота та приватні інвестиції поставленого завдання не вирішать. У цій сфері успішно працюють транснаціональні корпорації, які за умов жорсткої конкуренції встановили високі вхідні бар'єри на технологічних ринках. Проте варто наголосити, що останніми роками держава бере активну участь у формуванні конкурентоспроможного ринку інформаційно-комунікаційних технологій.

Особливо варто звернути увагу в рамках дисертаційного дослідження на національну програму "Цифрова економіка України", яка поставила конкретні цілі, визначила цільові показники, джерела фінансування та терміни виконання основних заходів у галузі державної політики для становлення цифрової економіки країни.

Серед цілей програми виділяються найважливіші:

- збільшення втрічі внутрішніх витрат на становлення та розвиток цифрової економіки за рахунок бюджетних та позабюджетних джерел фінансування;
- побудова надійної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури для передачі, обробки та зберігання великих обсягів даних;
- доступність широкосмугового інтернету для всіх зацікавлених осіб;
- пріоритетне використання українського програмного забезпечення для державних, регіональних, муніципальних органів.

Дуже позитивним є вирішення завдання перетворення країни на надійного експортера комп'ютерних та інформаційних послуг. Однак, незважаючи на низку позитивних моментів підтримки високотехнологічних інформаційно-комунікаційних галузей на державному рівні, особливо варто підкреслити негативні, щоб виявити об'єктивну картину для потенційних інвесторів, бізнес співтовариства. Специфічні фактори стримування, які необхідно врахувати для об'єктивності оцінки результативності запропонованих заходів.

Визначено, що фактори підвищення якості логістичних послуг в умовах цифрової економіки взаємопов'язані із глобальними інвестиційними проектами. Для отримання позитивних результатів слід зважати на економічну ситуацію:

Перше, для нарощування експорту інформаційно- комунікаційних послуг з логістичною спрямованістю необхідна розгалужена, налагоджена логістична

інфраструктура, яка стає об'єктом для інвестицій.

Друге, зростання інвестицій у масштабні проєкти проходитиме на правилах, які виробляє найбільше у світі інвестиційне партнерство.

Третє, необхідно враховувати процеси гармонізації діючих торгових тарифів, що з одного боку збільшить прозорість учасників проєкту, з іншого – зменшити, а в деяких випадках виключити внутрішньодержавні нетарифні бар'єри: організаційні, фінансові, інформаційно-комунікаційні.

Четверте, домогтися оптимізації партнерських відносин для пом'якшення умов виходу на міжнародні ринки можна отримати рахунок вдосконалення нормативно-правового регулювання, законодавчих актів.

Вищевикладені факти дозволяють припустити, що проблеми, порушені при ретельному аналізі розвитку логістичних послуг за умов становлення цифрової економіки, ще мають дискусійний характер. На етапі цифровізації економіки нашої країни неможливо далі розвивати логістику, не обговорюючи публічно її функціонал, не аналізуючи різноманітні логістичні концепції.

Висновки по 3 розділу

1. Розкриваються основи формування та розвитку методів адаптивно-інтегрованої логістики, які допомагають зрозуміти економічну сутність логістики.

2. Для автоматизованої взаємодії учасників ланцюгів постачання як розміщених у місцях безпосереднього географічного знаходження об'єктів, так і територіально віддалених пропонується задіяти технології штучного інтелекту, які доцільно впровадити в корпоративні інформаційні системи. Цей варіант дозволяє оперативно організувати інтелектуальну інтеграцію логістичних потоків усіх учасників логістичного ланцюга.

3. Обґрунтовується, що розвиток інтелектуальних технологій та їх впровадження у різні бізнес-процеси в сучасних умовах відкриває нову можливість додавання «розумної» складової під час виконання бізнес-процесів у віртуальному просторі. Віртуалізація взаємодії всіх зацікавлених сторін дозволяє вирішити низку актуальних завдань щодо підготовки відповідальних

управлінських рішень: структурувати отримані дані, автоматизувати бізнес-процеси, а також розвантажити персонал при обробці великих обсягів інформації в умовах дефіциту часу.

4. Розглянуто основні ризики при адаптивній інтеграції логістичних потоків, розкрито можливі втрати від їхнього впливу. Доведено необхідність розробки превентивних заходів щодо запобігання ризиковим ситуаціям, пов'язаним з розвитком новітніх цифрових технологій. Інформаційні системи з управління ланцюгами постачання із застосуванням інтелектуальних технологій дозволяють управляти ризиками в автоматичному режимі за рахунок підтримки або самостійного прийняття управлінського рішення на основі найбільш оптимального варіанту з мінімізацією виявленого ризику.

5. Методи розвитку адаптивно-інтегрованої логістики на практиці дозволяють об'єднувати різні за природою інформаційні системи в єдиний інтегрований ланцюг постачання та організувати управління бізнес-процесами за уніфікованими правилами. За рахунок цього відбувається створення, як єдиного інформаційного простору, так і єдиного простору бізнес-функцій.

РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АДАПТИВНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИКИ

4.1 Управління компланарними потоками на основі нечітких алгоритмів

Застосування компланарних потоків в інтелектуальних логістичних інформаційних системах (ЛІС) дозволить автоматизувати такі операції, які раніше вимагали обов'язкової участі людини з її знаннями, досвідом та інтуїцією. Завдання автоматизації вибору будь-якого критерію в умовах інформаційної перевантаженості, недостатності, суперечливості або інших факторів, що негативно впливають, є вкрай складним через відсутність формалізації постановки завдання. Людський досвід чи інтуїція взагалі дуже складно піддається автоматизації, або взагалі не піддається.

В даний час є технології та математичний апарат для прийняття рішень в умовах неповної та нечіткої інформації, однак, найскладнішим моментом є побудова моделі міркувань експерта, формалізація якої і є найскладнішим завданням. Найбільш відповідним рішенням у цій ситуації може стати застосування теорії нечітких множин (ТНМ), яка дозволяє відмовитися від строгих формулювань і перейти до обробки нечіткої інформації, в якій звертаються такі поняття, як багато чи мало, дешево чи дорого, надійний – ненадійний тощо.

Теоретично нечітких множин головною характеристикою виступає функція приналежності, що свідчить, з якою ймовірністю той чи інший факт x належить до того чи іншого класу об'єктів чи подій (нечіткої множини B). Характеристична функція деякої множини A - це функція, яка визначена на деякій множині E , входить до складу множини A і якщо значення x належить йому, то значення характеристичної функції $f(x)=1$, якщо x не належить A , то $f(x)=0$. Тоді нечіткою множиною буде називатися безліч, що складається з упорядкованих пар $B = \{MF_B(x)/x\}$, в якому $MF_B(x) \in M = [0,1]$. Якщо $MF_B(x)=0$, це означає, що це значення не належить безлічі, а $MF_B(x)=1$ - означає повну приналежність.

Розглянемо логістичні поняття з погляду теорії нечітких множин. Наприклад, поняття високий рейтинг логістичного провайдера, що оцінюється за десятибальною шкалою, де оцінки 1, 2, 3, 4 означають абсолютно ненадійного постачальника, оцінка 5 - надійного постачальника з ймовірністю 0.2, оцінка 6 - надійного постачальника з ймовірністю 0.4, оцінка 7 - надійного ймовірністю 0.6, оцінка 8 - надійного з ймовірністю 0.8, оцінки 9 та 10 - абсолютно надійного постачальника. В даному випадку маємо вектор, як наступна нечітка множина елементів:

$$B=\{0/1; 0/2; 0/3; 0/4; 0,2/5; 0,4/6; 0,6/7; 0,8/8; 1/9; 1/10\}. \quad (4.1)$$

Графічне подання цього поняття наведено на рисунку 4.1.

Аналогічним чином можна уявити будь-яке поняття та будь-яку характеристику логістичного провайдера.

Для автоматизації управління взаємовідносинами з логістичними провайдерами, наприклад, для автоматичного проєктування параметрів компланарного потоку, розглянемо основні критерії, на основі яких приймається рішення про співпрацю з даним провайдером. Критерії вибору можуть бути різними і задаватися в залежності від умов, у яких здійснюється прийняття рішень.



Рисунок 4.1 – Графічне уявлення надійності постачальника

Розглянемо методику автоматизованого проєктування компланарних потоків на основі теорії нечітких множин. На першому етапі проєктування

компланарного потоку необхідно вибрати параметри, на основі яких будуть проводитися обчислення. Необхідні параметри, будуть передаватися в інформаційних повідомленнях з вилученням необхідних вагових значень коефіцієнтів для наступних обчислень та використовуватися або для автоматичного прийняття рішення, або як система підтримки прийняття рішення (рекомендаційна система).

На другому етапі на основі матричного числення проводиться обчислення вихідних вагових коефіцієнтів та ранжування на їх основі результатів.

На третьому етапі здійснюється прийняття рішення.

Розглянемо на деякому абстрактному прикладі механізм автоматизованого ранжирування з наступним ухваленням рішення на основі деякого набору пов'язаних інформаційних повідомлень. Інформаційні повідомлення поставляються в інформаційну систему за допомогою спеціалізованих програмних інструментів - парсерів та агрегаторів. Сучасні інформаційні системи разом із самим інформаційним повідомленням передають також і службові дані, які називаються метаданими. Призначення метаданих – це опис основних даних. Тобто метадані – це дані про дані. Одним із способів управління даними є передача в метаданих основних властивостей інформаційних повідомлень: актуальності; важливості; надійності джерела; прагматичності.

Основне завдання наведеної моделі – побудувати ранг послуг залежно від інформаційних повідомлень. При цьому кожне інформаційне повідомлення матиме набір параметрів або атрибутів. Для кожного завдання цей набір можна визначити окремо.

Так і кількість атрибутів для повідомлень визначається виходячи з потреб або умов задачі, що вирішується. Вплив кожного атрибута повідомлення на прийняття рішення має автоматично враховуватись алгоритмом. Але вже при трьох і більше повідомленнях з різними наборами атрибутів людині неможливо пам'ятати таку кількість варіантів. Адже навіть для одного повідомлення, що містить 5 атрибутів, можливо цілих 120 комбінацій перестановок, кожна з яких може змінити прийняте рішення. Для трьох таких повідомлень за формулами комбінаторики кількість перестановок буде вже $15!$ (1307674368000). Саме з цієї

причини теоретичний апарат статистики та комбінаторики не підходить через величезну кількість варіантів, які потрібно обробити.

Для автоматизації ранжирування значимості інформаційних повідомлень після ухвалення рішення найдоцільніше використовувати апарат теорії нечітких множин.

Розглянемо модель вибору управлінського рішення з п'яти варіантів п'ять інформаційних повідомлень з п'ятьма параметрами кожне, які можуть вплинути на прийняття рішення. Набір рішень, повідомлень та параметрів наведено в таблицях 4.1 та 4.2. Будь-яке поєднання параметрів інформаційних повідомлень може вплинути на результат. Завдання - визначити таке поєднання інформаційних повідомлень, яке найбільше впливає на прийняття рішення.

Гнучкість методики забезпечується можливістю вибору саме тих параметрів, які впливатимуть на ухвалення рішення. При цьому можна обмежитися кількома параметрами, або розширювати цю методику до необхідної кількості параметрів. У реальних системах кількість повідомлень та параметрів залежатиме від постановки завдання.

Різні поєднання варіантів параметрів повідомлення призводять до неоднозначності і нечіткості вхідних умов, які ускладнюють прийняття рішення фахівцем або експертом. Наприклад, від одного джерела надійшов один набір даних, від іншого - інший набір, і вони відрізняються між собою ступенем достовірності, актуальності, надійності тощо, що відчутно ускладнює процес прийняття рішення. Рішенням у цій ситуації може стати апарат теорії нечітких множин, саме нечітка композиція бінарних відносин.

Побудувати модель вибору можна на основі нечітких відносин, які позначимо S і τ . Кожному із зазначених відносин необхідно зіставити по дві базові множини. Позначимо їх, відповідно X і Y – для першого відношення, Y та Z – для другого. Кожна з множин міститиме свій набір даних. Перше відношення S описує відношення інформаційних повідомлень та їх параметрів, друге τ - відношення між повідомленнями та джерелами. Тоді множина X міститиме набір атрибутів інформаційних повідомлень, безліч Y - інформаційні повідомлення, а множина Z - варіанти рішень.

$$\begin{aligned}
X &= \{\text{Актуальність; Важливість; Достовірність; Надійність; Прагматичність}\} \\
Y &= \{\text{Повідомлення1; Повідомлення2; Повідомлення3; Повідомлення4;} \\
&\text{Повідомлення5}\} \\
Z &= \{\text{Рішення1; Рішення2; Рішення3; Рішення4; Рішення5}\}
\end{aligned}
\tag{4.2}$$

Кожен із атрибутів множини записаний у нормалізованому вигляді і використовується в процесі вибору рішення. Нормалізація - це необхідна процедура перетворення даних через те, що вхідні дані часто мають різні діапазони і, іноді, можуть відрізнятися на кілька порядків. Оскільки дані можуть відрізнятися за змістом, мати різні джерела походження, то для усунення сильного розкиду абсолютних значень величин дані піддаються нормалізації, тобто наводяться до одиниці за рахунок поділу всіх атрибутів на максимальне значення. В результаті скорочується дисбаланс між різними критеріями та атрибутами і модель працюватиме стійкіше за рахунок скорочення обсягів обчислень та обробки даних, що знаходяться в одному діапазоні значень.

Перша множина X з набором атрибутів інформаційних повідомлень містить нормалізовані значення цих атрибутів: актуальність; важливість; достовірність; надійність; прагматичність, що впливають на вибір прийнятого рішення відповідно до вагових коефіцієнтів значущості кожного атрибуту. Друга множина Y містить нормалізовані значення інформаційних повідомлень, які за змістом означає вагові коефіцієнти значимості кожного інформаційного повідомлення. Множина Z - це результуюча множина, яка міститиме вагові коефіцієнти для кожного варіанту прийнятого рішення, отримані на основі складання нечіткої композиції.

Перше відношення S характеризує якісні характеристики інформаційних відносин та їх атрибутах, і будується на двох базисних множинах X та Y . Друге ставлення τ характеризуватиме набір варіантів після прийняття рішень. Тоді, позначивши кожен елемент множини відповідної змінної, отримаємо:

$$\begin{aligned}
\mathbf{X} &= \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\} \\
\mathbf{Y} &= \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\} \\
\mathbf{Z} &= \{z_1, z_2, z_3, z_4, z_5\}
\end{aligned}
\tag{4.3}$$

Усі відносини містять набори нормалізованих значень вагових коефіцієнтів,

з урахуванням яких здійснюється обчислення результуючих значень для безлічі Z. Вагові коефіцієнти вихідних множин можуть передаватися до системи двома способами.

Перший спосіб – експертний. Спеціаліст предметної області заповнює значеннями відповідні поля в інформаційній системі, які потім автоматично нормалізуються та зберігаються у вигляді таблиць бази даних або сховища даних. Цей спосіб є найбільш витратним з точки зору накопичення даних, але, в той же час, найбільш якісним, так як в цьому випадку всі дані будуть спочатку високої якості і можуть бути придатні для обробки відразу ж після внесення.

Другий спосіб - автоматичне вилучення та поповнення даних. Цей метод найбільш кращий у разі великих обсягів інформації, коли експерт не в змозі впоратися з великими обсягами даних. Автоматизація при поповненні даних дозволяє отримувати їх у необхідному обсязі та з необхідним часовим інтервалом для забезпечення необхідної актуальності. В автоматичному режимі можна організувати поповнення даних з інших інформаційних систем, Інтернет-ресурсів, з власних баз або сховищ даних та інших джерел. Зібрані вагові коефіцієнти зберігаються в корпоративній базі даних та використовуються для обчислень нечітких композицій.

Таблиця 4.1 Нечітке ставлення S: повідомлення - властивості.

	Актуальність	Важливість	Достовірність	Надійність	Прагматичність
Повідомлення 1	0,9	0,4	0,8	0,5	0,4
Повідомлення 2	0,5	0,4	0,8	0,2	0,7
Повідомлення 3	0,9	0,7	0,9	0,8	0,6
Повідомлення 4	0,8	0,8	0,5	0,6	0,8
Повідомлення 5	0,7	0,5	0,3	0,6	0,9

Таблиця 4.2. Нечітке відношення X: повідомлення-джерело.

	Рішення 1	Рішення 2	Рішення 3	Рішення 4	Рішення 5
Актуальність	0,3	0,7	0,8	0,7	0,4
Важливість	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7
Достовірність	0,4	0,7	0,8	0,8	0,6
Надійність	0,4	0,8	0,5	0,9	0,8
Прагматичність	0,3	0,9	0,6	0,6	0,9

Для формування першої матриці відносин S випишемо дані з першої таблиці. В результаті отримаємо:

$$M_S = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.4 & 0.8 & 0.5 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 0.8 & 0.2 & 0.7 \\ 0.9 & 0.7 & 0.9 & 0.8 & 0.6 \\ 0.8 & 0.8 & 0.5 & 0.6 & 0.8 \\ 0.7 & 0.5 & 0.3 & 0.6 & 0.9 \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

Друга матриця відносин τ формується аналогічно:

$$M_T = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.7 & 0.8 & 0.7 & 0.4 \\ 0.8 & 0.8 & 0.6 & 0.8 & 0.7 \\ 0.4 & 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.6 \\ 0.4 & 0.8 & 0.5 & 0.9 & 0.8 \\ 0.3 & 0.9 & 0.6 & 0.6 & 0.9 \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

Композицію нечітких відношень можна застосувати для матриць нечітких відносин $S \otimes \tau$. В такому випадку результатом композиції двох розглянутих матриць S розмірністю $(n \times m)$ і τ розмірністю $(m \times k)$ буде нова матриця Z розмірністю $(n \times k)$ елементи якої будуть обчислюватися за формулою:

$$\mu_{S \otimes T}(\langle x_i, x_k \rangle) = \max_{x_j \in X_2} \{ \min \{ \mu_S(\langle x_i, x_j \rangle), \mu_T(\langle x_j, x_k \rangle) \} \} \\ (\forall \langle x_i, x_k \rangle \in X_1 \times X_3) \quad (4.6)$$

Детально алгоритм формування результуючої матриці виглядатиме так:

1. Виписуються попарно мінімальні значення першого рядка першої

матриці першого стовпця другої матриці. Для прикладу отримаємо:
 $\min\{0.9,0.3\}=0.3$, $\min\{0.4,0.8\}=0.4$, $\min\{0.8,0.4\}=0.4$, $\min\{0.5,0.4\}=0.4$,
 $\min\{0.4,0.3\}=0.3$.

2. З отриманих значень мінімумів формується новий набір значень: $\beta s0$
 $\mu_s \otimes \tau(\langle x_i, x_k \rangle) = \{0.6, 0.4, 0.6, 0.4, 0.3\}$.

3. Зі сформованого набору значень вибирається максимум, індекс якого міститиме номер рядка з першої матриці і номер стовпця з другої матриці:
 $\max \mu_s \otimes \tau(\langle x_1, x_1 \rangle) = \max(\{0.6, 0.4, 0.6, 0.4, 0.3\}) = 0.6$.

Всі інші елементи матриці формуються аналогічно/

Для отримання підсумкової матриці результируючих відносин, випишемо отримані значення у відповідності до їх індексів:

$$M_{s \otimes T} = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.6 \\ 0.4 & 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.7 \\ 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 \\ 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 \\ 0.5 & 0.9 & 0.7 & 0.7 & 0.9 \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

Тепер можна перевести отриману матрицю до результируючої таблиці, де для кожного управлінського рішення буде наведено список інформаційних повідомлень зі ступенем впливу кожного повідомлення на конкретне рішення:

Таблиця 4.3. Нечітка композиція відносин

	Рішення 1	Рішення 2	Рішення 3	Рішення 4	Рішення 5
Повідомлення 1	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6
Повідомлення 2	0,4	0,7	0,8	0,8	0,7
Повідомлення 3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Повідомлення 4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Повідомлення 5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,9

За результатами обробки отриманих значень можна виділити найкращі рішення в залежності від набору інформаційних повідомлень. Наприклад, в даному випадку при такій комбінації інформаційних повідомлень та варіантів управлінських рішень найбільш оптимальним виявляється, що на основі Повідомлення 1 найкращим варіантом є Рішення 3 та Рішення 4, а на основі Повідомлення 5 – Рішення 2 та Рішення 5.

Головна перевага таблиці 4.3 - це можливість автоматизації процесу вибору управлінського рішення, яке стало можливим за рахунок структурованого представлення даних. У такому вигляді можна вибирати рішення на основі елементарного алгоритму вибору максимуму з діапазону числових значень.

Аналіз алгоритму вибору управлінського рішення показав, що процес відносно легко піддається автоматизації. Вихідні коефіцієнти, які можуть бути як аргументами деяких параметрів, так і значеннями функції належності, одержуваних різними способами (ручне введення експертом або автоматизований збір з інформаційних джерел) і, будучи атрибутами інформаційних повідомлень, зберігаються в корпоративній базі даних.

Наведена методика не передбачає механізму насичення даних. Яким чином і на основі яких принципів буде вироблятися насичення даних у даному контексті не передбачається, але оскільки це питання є критично важливим для системи в цілому.

Компланарні логістичні потоки при використанні даної методики прийняття рішень набувають важливої особливості - можливість автоматизації проектування маршрутів на основі наборів вагових коефіцієнтів для реалізації функції адаптивності, що дозволить усунути фактор суб'єктивності при прийнятті управлінських рішень.

4.2. Модель нейронної мережі для автоматизованого вибору логістичного провайдера

Наступним важливим завданням при реалізації методології адаптивно-інтегрованої логістики є автоматизація другого етапу - отримання вагових

коефіцієнтів. Незважаючи на те, що на першій ітерації процесу вагові коефіцієнти можуть бути внесені в систему вручну експертом предметної галузі. Це абсолютно не підходить для промислової реалізації, де кількість таких операцій не піддається рахунку, оскільки має виконуватися в безперервному режимі. Автоматизація процесу отримання вагових коефіцієнтів для потоку повідомлень, що надходять, можлива тільки із застосуванням найсучасніших технологій і при використанні досить потужного обладнання. Найбільш підходящою технологією для цієї мети є технологія штучного інтелекту: нейронних мереж та машинного навчання.

Якщо задача є обчислювально складною, наприклад, важко алгоритмізується або заздалегідь не відомий алгоритм для її вирішення, найбільш оптимальним рішенням буде застосування нейронних мереж. У найпростішому вигляді структуру нейронної мережі можна у вигляді послідовності найпростіших умов «якщо» і рішення приймається шляхом послідовного перебору всіх варіантів з перемноженням вагових коефіцієнтів та вибору максимального результату

Нейронні мережі - це загальна назва математичних алгоритмів, здатних навчатися на прикладах (образах, наборах параметрів, ситуацій тощо). Після навчання нейронні мережі здатні «пізнавати» схожі об'єкти (ситуації, параметри тощо) навіть із його фрагменту. Ця особливість нейронних мереж використовується на вирішення завдань класифікації, розпізнавання, обробки сигналів, прийняття рішень тощо.

Нейронна мережа - це набір нейронів, з'єднаних між собою зв'язками, званими також синапсами. Комп'ютерна нейронна мережа є спрощеною моделлю біологічної нейронної мережі, але при цьому має досить цікаві можливості. Нейронна мережа застосовується у випадках, коли потрібно змоделювати роботу аналітика (мозку людини), наприклад, для вирішення завдань класифікації, розпізнавання образів, прогнозування розвитку ситуації на основі відстежуючи динаміки зміни будь-яких факторів.

Нейрон є основним обчислювальним дискретним елементом, на вхід якого надходить інформація, з якої виконуються елементарні операції, і передає далі. Набір нейронів одного рівня є шаром.

Типова нейронна мережа складається з кількох шарів, яких найчастіше застосовується три. Однак, кількість шарів може змінюватись в залежності від вимог, що висуваються до точності рішення. Наприклад, може бути чотири, п'ять та більше шарів. Вибір архітектури нейронної мережі є окремим завданням, що не входить у предмет дослідження, але зі збільшенням кількості шарів збільшується ризик перенавчання мережі, що призводить до спотворень вихідних даних.

Вхідний шар нейронної мережі містить нейрони, які відповідають лише за прийом даних та не беруть участі у подальших обчисленнях (рис. 4.2). Внутрішні шари обробляють сигнали за спеціальними алгоритмами, які враховують вагові коефіцієнти зв'язків між нейронами. Вихідний шар відповідає за ухвалення рішення.

Внутрішні шари нейронної мережі можуть містити різні алгоритми, які можна описати різними математичними моделями. В рамках даного дисертаційного дослідження використовуються методи нечіткої логіки, які легко піддаються алгоритмізації.

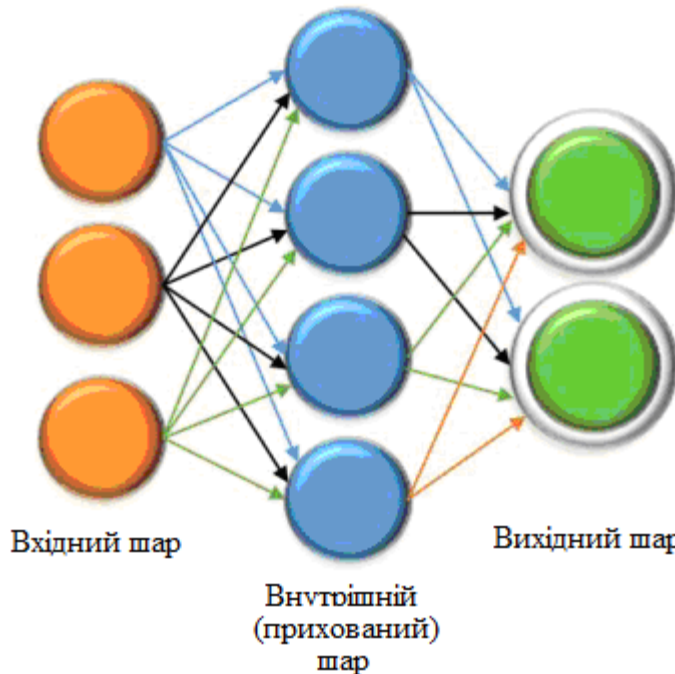


Рисунок 4.2 –Типова структура нейронної мережі

Математична модель штучного нейрона зазвичай представляється в наступному вигляді (рис. 4.3), яка описується наступною математичною моделлю:

$$Y = f\left(\sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i)\right) \quad (4.8)$$

де: X_i - вхідний параметр;

w_i - вага параметра;

Y – вихідний параметр.

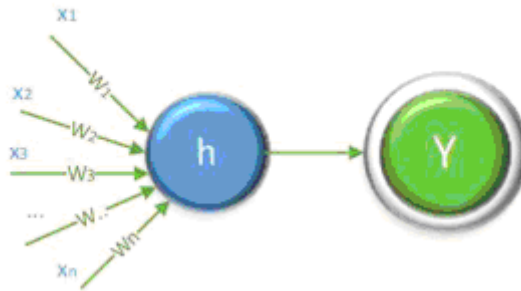


Рисунок4.3 – Модель штучного нейрону

Для багатошарової нейронної мережі таких перетворень потрібно виконати стільки, скільки буде рівнів проєктованої мережі:

$$F_i = f\left(\sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i)\right) \quad (4.9)$$

$$Y = F_n \left(F_{n-1} \left(\dots (F_1(X)) \right) \right) \quad (4.10)$$

Першочерговим завданням при використанні нейронної мережі для вирішення логістичних завдань є її навчання, яке, за великим рахунком, полягає лише у розстановці вагових коефіцієнтів. Чим точніше буде підібрано ці коефіцієнти, тим точніше працюватиме нейронна мережа. Проте, вже на цьому етапі можуть виникнути серйозні труднощі, оскільки заздалегідь невідомий спосіб розміщення цих коефіцієнтів. Щоб усунути невизначеність під час розміщення вагових коефіцієнтів, використовують зв'язки нейронів за принципом «кожен-з-кожним». Правда в цьому випадку виходить деяка надмірність у зв'язках, які можуть взагалі не використовуватися в обчисленнях, зате немає необхідності в їхній ручній розстановці.

Одним із частих прийомів виключення зв'язку з обчислень є встановлення

їй нульового значення вагового коефіцієнта. У цьому зв'язок залишається існувати, але у обчисленнях бере участь.

Обчислення вагових коефіцієнтів здійснюється під час навчання нейронної мережі з використанням алгоритмів навчання з учителем і без вчителя, але при цьому обов'язково проводиться поділ масиву даних на дві вибірки: навчальну та тестову, на якій надалі проводиться тестування навчання. Під час навчання з учителем експерт предметної області вносить вручну відповідні значення кожного параметра, які потім використовуються прийняття рішення. При навчанні без вчителя нейронна мережа навчається на навчальній вибірці, де вже є відповіді певні комбінації параметрів і потім обов'язково перевіряється якість навчання тестовій вибірці, порівнюючи відповіді нейронної мережі з фактичними відповідями.

Для отримання вагових коефіцієнтів можна використовувати нечітку композицію на основі матричного числення. Але для цього алгоритму необхідно отримати початкові матриці, які також можуть бути отримані за допомогою машинного навчання. Після навчання нейронна мережа здатна працювати з великими масивами даних і з досить високою швидкістю, зберігаючи при цьому високу точність і достовірність результатів, що видаються.

Однією з найважливіших завдань машинного навчання підвищення точності, але за надмірному уточненні параметрів під час навчання виникає проблема перенавчання. Перенавчання нейронної мережі - це ситуація, коли нейронна мережа на навчальній вибірці видає відмінні результати, але на реальних даних мережа видає помилкові результати. Це викликано тим, що з уточнення тестових результатів мережу підлаштовується під окремі випадки, які реальних даних неможливо знайти використані. Зі збільшенням кількості таких окремих випадків і з урахуванням обробки окремих випадків якість навчання в цілому буде знижуватися (рис. 4.4).

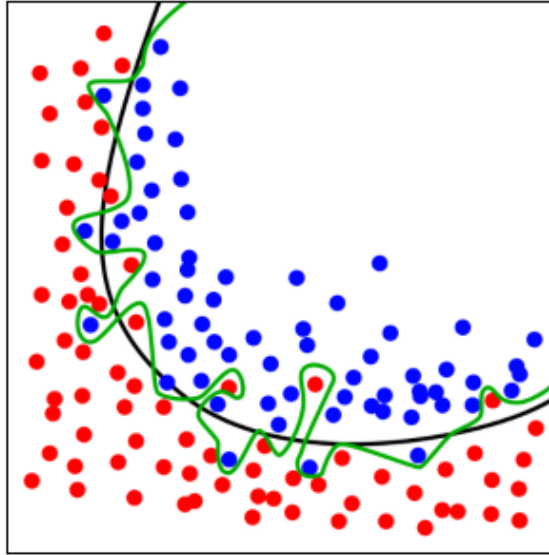


Рисунок 4.4 - Перенавчання нейронної мережі

Ситуація з перенавчанням чітко відображає зелену лінію, яка ретельно описує всі параметри моделі, не допускаючи помилок на тестовій вибірці. Але в реальних умовах така класифікація даватиме чимало помилок. Для того, щоб не допустити виникнення такої ситуації, необхідно вживати додаткових заходів, що запобігають перенавчанню. До таких заходів належать:

- метод ковзного контролю;
- регуляризація – додавання додаткових обмежень;
- рання зупинка, що використовується для зупинення навчання при досягненні деякого заданого параметра, наприклад, відсоток правильних відповідей;
- вербалізація нейронних мереж - опис принципів роботи сформованої та навченої нейронної мережі;
- апріорна ймовірність;
- байєсівське порівняння моделей;
- батч-нормалізація - нормалізація вхідних даних таким чином, щоб отримати нульове математичне очікування та дисперсію, що дорівнює одиниці;
- метод ансамблів використовується, коли замість однієї мережі створюється кілька її копій і за тих самих вхідних даних обчислюється деяке середнє вихідне значення.

У разі зашумлених даних, коли є випадкові викиди, як показано, наприклад,

на рисунку 4.5, результат навчання нейронної мережі найкраще описуватиметься за допомогою деякої поліноміальної залежності, яка видаватиме максимально точні результати на навчальній вибірці і буде типовим прикладом перенавчання. Насправді більш точні прогнози видаватиме лінійна апроксимація.

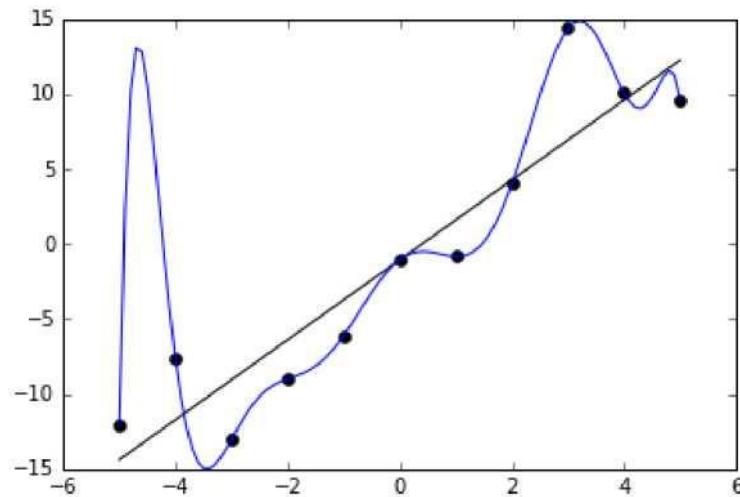


Рисунок 4.5 - Апроксимація результатів експериментів

Навчання нейронної мережі проводиться на накопичених ретроспективних даних, у яких відомі як вхідні дані, а й отриманий результат. Проектування структури нейронної мережі здійснюється експертом і полягає у завданні кількості внутрішніх шарів та кількості нейронів на вхідному шарі.

Основним завданням експерта є вибір оптимальної кількості шарів, оскільки зі збільшенням їх кількості може виникнути проблема перенавчання мережі, а за малої кількості можливо погіршення результатів прогнозу. На рисунку 4.6 показаний інтерфейс конфігурування структури нейронної мережі (кількість внутрішніх шарів та кількість вхідних нейронів).

Кількість вхідних нейронів відповідає кількості аналізованих параметрів. Якщо аналізу інформаційного повідомлення потрібно 6 параметрів, кожен із цих параметрів подається на вхід відповідного нейрона. Вагові значення зв'язків між нейронами поточного та наступного шару обчислюються на основі нечіткої композиції.

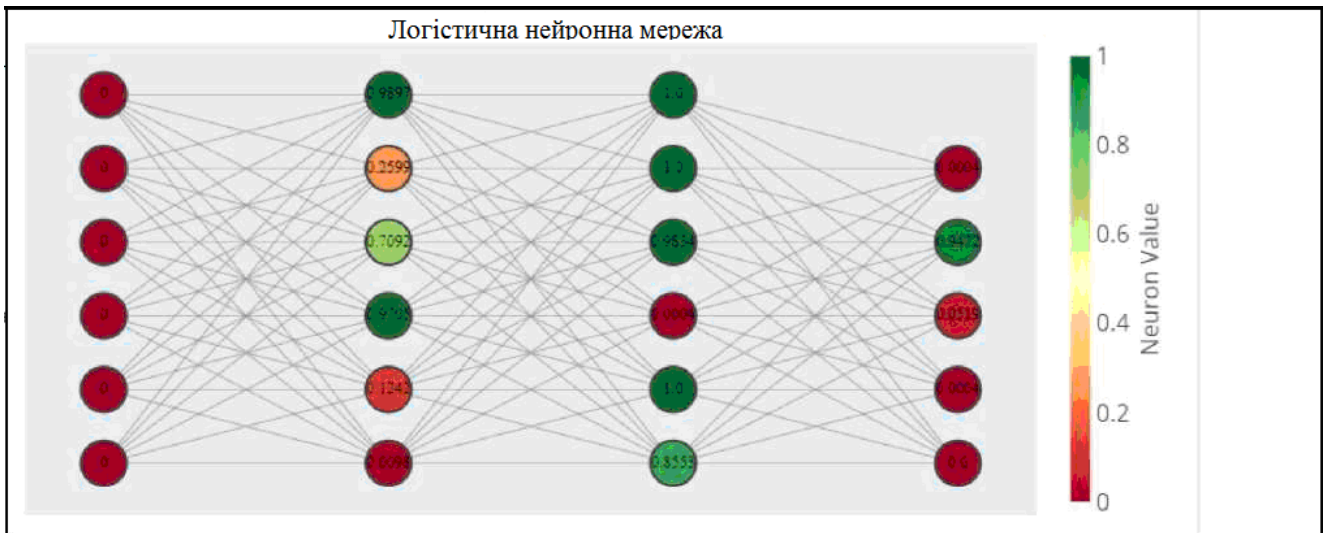


Рисунок 4.6 - Конфігурація структури нейронної мережі

Процес навчання нейронної мережі виглядає так. Масив ретроспективних даних вже містить результати минулих контрактів разом із вхідними даними, тобто свідомо відомо, за яких вхідних параметрів які результати угод були в минулому. Подаючи на вхід нейронної мережі цей масив даних проводиться її навчання, тобто нейронна мережа запам'ятовує, за яких вхідних даних який результат виходив. Надалі ці дані використовуються при прогнозуванні нових результатів. Тобто, якщо вхідні дані матимуть ті ж значення, що й при навчанні (або дуже близькими до них), то результат може бути спрогнозований з деякою часткою ймовірності. Дана нейронна мережа працює як концептуальна модель, не адаптована під конкретний ланцюг постачань. Для адаптації нейронної мережі достатньо встановити коректні вхідні параметри, відповідні реальній ланцюга постачань.

Розглянемо основні принципи ранжирування, для вирішення однієї з найважливіших логістичних завдань: вибір постачальників товарів або послуг в рамках обчислення пріоритету кожного постачальника, його вага, використовуючи алгоритми побудови нечіткої композиції отримання параметрів потоків (рис. 4.7).

Принцип роботи нейронної мережі полягає в наступному:

1. З веб-форми завантажуються параметри: кількість нейронів у шарі, кількість шарів нейронів.
2. Надіслані відомості завантажуються у пам'ять комп'ютера.

3. Якщо такі дані раніше не передавалися (надійшли нові входні дані), то відбувається навчання моделі на даних, що надійшли. Якщо модель з такими даними існує, то вона і використовується.
4. Здійснюється візуалізація моделі, тобто відображається графічно архітектура нейронної мережі.
5. У модель передаються входні значення $x_1 - x_6$.
6. При натисканні кнопки "Навчити" візуалізується робота нейронної мережі на нових входних значеннях.

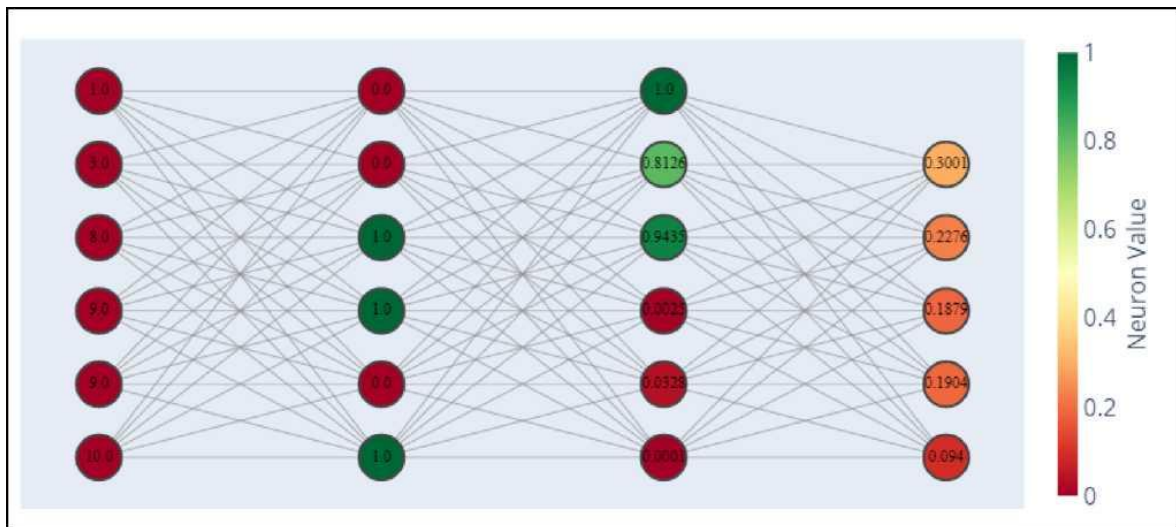


Рисунок 4.7 - Результат ранжування логістичних провайдерів

Зауважимо, що входні значення можуть бути дрібним числом. Оскільки датасет містить значення, порядок яких вимірюється в одиницях, то і входні значення необхідно задавати з тим самим порядком. Якщо входні дані мають інший порядок, то ці дані необхідно нормалізувати.

Алгоритм роботи прогнозу та візуалізації полягає в наступному:

1. Вектор входних даних подається до входу. Після цього він використовується як змінні для кожного нейрона першого шару. Нейрон – логіт. Кожен нейрон обчислює значення:

$$g(\beta * x + \beta_0), \quad (4.11)$$

де $g = 1 / (1 + e^{-x})$.

2. Результати нейронів знаходяться в інтервалі від 0 до 1, і відправляються до кожного нейрона наступного шару як входні параметри.

3. У вихідного шару функція $g = e(x) / \text{sum}(e(x))$, де сума йде по нейронах цього шару. Значення інтерпретується як оцінка класів.
4. Коефіцієнти кожного логіту знаходяться шляхом зворотного поширення помилки. Оптимізація алгоритмом стохастичного градієнтного спуску.

Збільшення числа нейронів може призвести до перенавчання. І тут вхідні параметри мало впливають на оцінки за класи. Для відтворюваності результатів на початковому етапі зафіксовано метод seed генератора псевдовипадкових чисел.

Алгоритм ранжирування інформаційних повідомлень для визначення пріоритету прийнятих управлінських рішень і алгоритм ранжування надійності логістичних провайдерів у даному випадку не матимуть принципових відмінностей. Різниця полягатиме лише у вхідних параметрах.

Узагальнене уявлення механізму ранжування представлено на рисунку 4.8.

Представлений на рисунку 4.8 механізм ранжирування дозволяє враховувати різні параметри, такі як: інші джерела (списки, створювані експертами вручну, локальні бази даних, зовнішні джерела, інформаційні системи зовнішніх підрядників та інших.), джерела з обраними постачальниками та врахування історії взаємодії.

Статус "обрані" постачальники отримують після того, як за їх участю пройшло кілька успішних угод з позитивним фінансовим та репутаційним результатом.

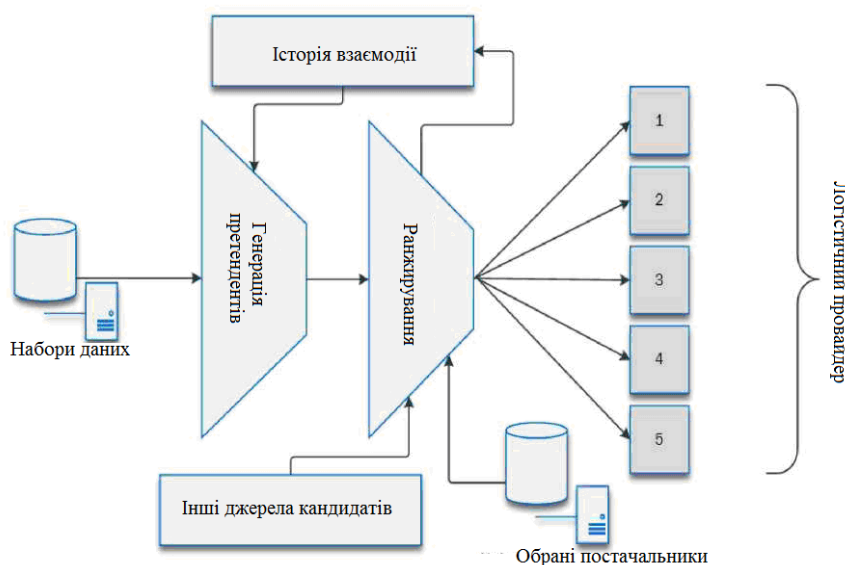


Рисунок 4.8 –Механізм ранжирування логістичних провайдерів

Історія взаємодії з кожним із постачальників використовується для реалізації механізму зворотного зв'язку, на основі якого здійснюється коригування вагових коефіцієнтів для подальшого уточнення результатів видачі нейронної мережі. Цей механізм дозволяє на кожній наступній ітерації отримувати уточнення результатів. Процес навчання вимагає складного математичного моделювання, хоча досить вимогливий до обчислювальної потужності. Після навчання нейронна мережа здатна видавати цілком прийнятні результати підтримки прийняття рішення.

Розглянута модель наочно показує, що автоматизація підтримки ухвалення рішення можлива навіть на основі неповних та неточних вхідних даних. За рахунок аналізу ретроспективних даних під час навчання нейронна мережа здатна самостійно заповнювати відсутні параметри, що є її головною відмінною ознакою.

4.3 Модель прогнозування попиту логістичних послуг на основі ланцюгів Маркова

Розвиток сучасної логістики тісно пов'язані з розвитком інформаційних технологій, які дозволяють застосовувати новітні алгоритми підвищення ефективності логістичних процесів. При цьому сам факт наявності інформаційної системи не є конкурентною перевагою. Як говорив свого часу Ніколас Карр, застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) не дає підприємству жодної конкурентної переваги, що ІКТ для підприємства це така ж інженерна інфраструктура.

Для усунення дефіциту пропускної спроможності інтернет-каналів найбільші провайдери стільникового зв'язку реалізують програму розвитку технології зв'язку покоління 5G, яка буде перевищувати за швидкістю в 10-100 разів канали зв'язку LTE. Підвищена пропускна спроможність інтернет каналів дозволить об'єднати територіально віддалене обладнання та забезпечити збір інформації від вантажу, що переміщається, і транспорту без затримок.

Випадкові процеси описують зміну станів, які можуть бути дискретними,

так і безперервними і класифікуються за двома показниками: час і стан. Якщо відбувається випадкова зміна в певний момент часу, процес буде дискретним. За наявності залежності зміни станів від часу мова йде про процес із безперервним часом.

Оскільки час і стан можуть бути як дискретними, так і безперервними, то в результаті була отримана наступна класифікація за двома показниками:

- дискретний стан та дискретний час;
- дискретний стан та безперервний час;
- безперервний стан та дискретний час;
- безперервний стан та безперервний час.

Нехай маємо випадковий процес $X(t)$ називається процес, значення якого при будь-якому значенні аргументу є випадковою величиною ».

Випадковий процес може бути записаний у вигляді функції двох змінних:

$$X(t) = \varphi(t, \omega), \omega \in \Omega, t \in T, X(t) \in I, \quad (4.12)$$

де ω - одинична подія,

Ω - простір подій,

T - область значень аргументу t функції $X(t)$,

I - множина можливих значень випадкового процесу $X(t)$.

Широке застосування теорії випадкових процесів отримали марківські випадкові процеси з дискретними станами. Теорія марківських ланцюгів відносно проста і зрозуміла, і без особливих складнощів піддається алгоритмізації та програмуванню. Якщо процес, що протікає в системі, має стан $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$, які залежать тільки від поточного стану і не залежать від попереднього, то такий процес називається марківським.

Теорія ланцюгів Маркова дозволяє описати випадковий процес на основі лише поточного стану без урахування історії переходу. Розподіл майбутніх станів залежить тільки від поточного, тобто марківська подія не має ефекту пам'яті. Практично будь-яка подія, що аналізується, можливо розглядати як марківську, якщо наділити її марківською властивістю, тобто не враховувати історію переходу в цей стан.

Розглянемо ситуацію із укладанням логістичного контракту між одним

клієнтом та двома постачальниками. Дискретний характер станів означатиме, що історія укладання попередніх угод ніяк не впливає на укладання майбутніх. Зміна станів відбувається у випадкові моменти часу. Розміщення замовлень клієнта може розподілятися між постачальниками, або замовлення може бути віддано цілики одному з постачальників. Відносини між учасниками контракту можуть бути графічно описані у вигляді графа (рис. 4.9).

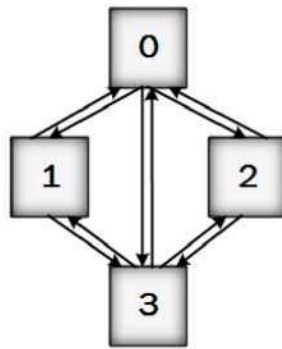


Рисунок 4.9- Граф станів укладання логістичного контракту з двома постачальниками

Кожен блок цього графа означає стан процесу. Стан 0 означає, що клієнт не розмістив жодного замовлення жодного з постачальників. Стан 1 означає повне розміщення замовлення першого постачальника, стан 2 - у другого, а стан 3 - це розміщення замовлення відразу в обох постачальників двома частинами.

В ординарному випадку процес не виключає одну подію при наступі іншої. Стрілки означають напрямки відносини. У цьому графі подвійні стрілки означають подвійну ініціацію замовлення. Тобто клієнт може розмістити замовлення у постачальника, а може сам постачальник зробити запит клієнту. Змінна λ означає можливість укладення контракту або розміщення замовлення. У цьому індекс означає напрям зв'язку. Якщо, λ_{01} , то це означає ймовірність укладання контракту з ініціативи клієнта у постачальника №1, а λ_{10} , навпаки, ініціацію контракту з боку постачальника №1. Вихідні значення ймовірностей можуть бути отримані різними способами: за допомогою нейронних мереж та нечіткої композиції, ретроспективним аналізом або методом експертних оцінок. Відсутній зв'язок позначається у відповідній позиції матриці у вигляді нуля. В

результаті з вихідного графа відносин одного клієнта та двох постачальників вийде наступна матриця станів:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & P_{01} & P_{02} & P_{03} \\ 1 & P_{10} & 0 & 0 & P_{13} \\ 2 & P_{20} & 0 & 0 & P_{23} \\ 3 & P_{30} & P_{31} & P_{32} & 0 \end{pmatrix} \quad (4.13)$$

Відповідно до правила марківських подій (2), сума кожного рядка дорівнює одиниці. За умови, що клієнт може взагалі не укласти ніяких угод і залишатися в цьому стані як завгодно довго, то сума ймовірностей по рядку гарантовано дорівнюватиме одиниці:

$$\sum_{j=1}^k P_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, k \quad (4.14)$$

Складемо матрицю станів для графа:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 1 & 0,1 & 0 & 0 & 0,9 \\ 2 & 0,2 & 0 & 0 & 0,8 \\ 3 & 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0 \end{pmatrix} \quad (4.15)$$

У тих позиціях, де граф немає зв'язків, у матриці на відповідних позиціях ймовірності дорівнюють нулю. Оскільки індекси вказують також і напрямки, то якщо між станами зв'язок відсутній повністю, то нулів у матриці буде два.

Виконаємо прогноз на кілька періодів уперед, ґрунтуючись лише на поточному стані системи. Щоб виконати прогноз на другий період, необхідно використати таку формулу:

$$P_{n1}(2) = P_{nj} \cdot P_{j1} \quad (4.16)$$

Після підстановки в цю формулу вихідних матриць отримаємо:

$$\begin{aligned} P(2) &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 1 & 0,1 & 0 & 0 & 0,9 \\ 2 & 0,2 & 0 & 0 & 0,8 \\ 3 & 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 1 & 0,1 & 0 & 0 & 0,9 \\ 2 & 0,2 & 0 & 0 & 0,8 \\ 3 & 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0,2 & 0,05 & 0,05 & 0,7 \\ 1 & 0,45 & 0,285 & 0,245 & 0,02 \\ 2 & 0,4 & 0,32 & 0,24 & 0,04 \\ 3 & 0,075 & 0,3 & 0,1 & 0,525 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Для прогнозування третього періоду слід скористатися тією самою формулою

(4.16). Тобто для отримання матриці станів на третій період необхідно перемножити матриці станів першого і другого періодів. Після перемноження матриць отримаємо:

$$P(3) = \begin{pmatrix} 0 & 0,365 & 0,295 & 0,215 & 0,125 \\ 1 & 0,0875 & 0,275 & 0,095 & 0,5425 \\ 2 & 0,1 & 0,25 & 0,09 & 0,56 \\ 3 & 0,3125 & 0,17625 & 0,14625 & 0,365 \end{pmatrix}$$

При переході в наступний стн марківський ланцюг «забуває» попередній стан. Виходячи з цієї властивості марківські ланцюги набувають однієї цікавої особливості - через кілька послідовних прогнозів, матриця станів стабілізується. Для даної задачі це відбувається на шостому кроці.

$$P(6) = \begin{pmatrix} 0 & 0,241078763 & 0,239001 & 0,142556 & 0,377364 \\ 1 & 0,241092418 & 0,238986 & 0,142556 & 0,377366 \\ 2 & 0,241094714 & 0,238986 & 0,142557 & 0,377362 \\ 3 & 0,241094256 & 0,238996 & 0,14256 & 0,377349 \end{pmatrix}$$

Аналізуючи цю особливість, встановлено, що для даної моделі не можна робити довгострокові прогнози.

Розглянемо далі ситуацію з одним клієнтом та трьома постачальниками. Граф станів у цьому випадку відчутно ускладниться і виглядатиме як на рисунку 4.10.

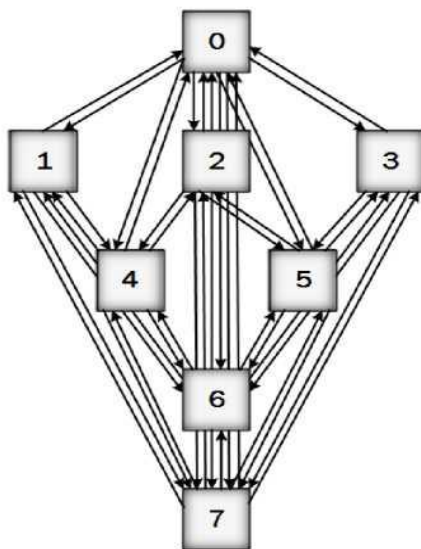


Рисунок 4.10 - Граф станів для одного клієнта та трьох постачальників

Використовуючи аналогічний принцип формування матриць, отримаємо:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 0 & 0 & P_{01} & P_{02} & P_{03} & P_{04} & P_{05} & P_{06} & P_{07} \\ 1 & P_{10} & 0 & 0 & 0 & P_{14} & 0 & P_{16} & P_{17} \\ 2 & P_{20} & 0 & 0 & 0 & P_{24} & P_{25} & P_{26} & P_{27} \\ 3 & P_{30} & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{35} & P_{36} & P_{37} \\ 4 & P_{40} & P_{41} & P_{42} & 0 & 0 & 0 & P_{46} & P_{47} \\ 5 & P_{50} & 0 & P_{52} & P_{53} & 0 & 0 & P_{56} & P_{57} \\ 6 & P_{60} & P_{61} & P_{62} & P_{63} & P_{64} & P_{65} & 0 & P_{67} \\ 7 & P_{70} & P_{71} & P_{72} & P_{73} & P_{74} & P_{75} & P_{76} & 0 \end{pmatrix} \quad (4.17)$$

При комбінуванні станів укладання контракту (розміщення замовлення) отримаємо наступний набір комбінацій: 0 – це відсутність замовлень, стан 1 – це повне розміщення замовлення у першого постачальника, 2 – весь замовлення у другого постачальника, 3 – все замовлення у третього постачальника, 4 – поділ замовлення між першим та другим постачальником, 5 - поділ замовлення між другим та третім постачальником, 6 - між першим і третім та 7 - розподіл замовлення між усіма трьома постачальниками в деяких пропорціях. Даний граф не містить горизонтальних зв'язків, що означає неможливість укладання замовлення від імені клієнта одним постачальником у іншого.

Оскільки в цьому алгоритмі змінюється тільки розмірність матриць, то подальші обчислення не наводяться.

При плавній зміні станів у часі, коли стан замовлень носить розподілений за часом характер, замість ймовірностей необхідно використовувати експоненційні функції розподілу ймовірностей за часом:

$$P_{ij} = f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (4.18)$$

де λ – ймовірність настання події;

t- час.

Такий марківський ланцюг називатиметься неоднорідним і тепер, щоб знайти стан системи у певний момент часу, необхідно вирішити систему диференціальних рівнянь Колмогорова.

Для одного клієнта та двох постачальників система рівнянь описуватиме безперервний потік подій і може бути записана в наступному вигляді:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = \lambda_{20}P_2(t) + \lambda_{10}P_1(t) - \lambda_{01}P_1(t) - \lambda_{02}P_2(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda_{01}P_0(t) + \lambda_{13}P_1(t) - \lambda_{10}P_1(t) - \lambda_{13}P_1(t) \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{02}P_0(t) + \lambda_{32}P_3(t) - \lambda_{20}P_2(t) - \lambda_{23}P_2(t) \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = \lambda_{13}P_1(t) + \lambda_{23}P_2(t) - \lambda_{31}P_3(t) - \lambda_{32}P_3(t) \end{cases} \quad (4.19)$$

Для цього рівняння також справедливо правило, що сума всіх ймовірностей подій дорівнює одиниці:

$$p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 1 \quad (4.20)$$

При збільшенні кількості учасників угод складність рівнянь зростатиме, що вимагатиме суттєвих обчислювальних потужностей і мережа Маркова може не підійти для вирішення цього завдання. У цьому випадку більш підходящими можуть виявитися інші методи, що мають природу марківських ланцюгів, наприклад метод динаміки середніх або імітаційне моделювання.

Теорія випадкових процесів і, зокрема, теорія ланцюгів Маркова, дозволяє виконати прогноз поведінки системи, ґрунтуючись лише на її поточному стані без урахування історії попередніх змін станів.

З вищевикладеного випливає, що з забезпечення якісної інформаційної підтримки логістичного провайдера дуже важливо автоматизувати функції вищого рівня, ніж звичайна операційна діяльність. Автоматизація експертних функцій є досить складним завданням та потребує використання відповідних алгоритмів та моделей.

Модель є одним із компонентів методології адаптивно-інтегрованої логістики дозволяє автоматизувати функцію прогнозування попиту для побудови глобальних кіл постачань та дозволить своєчасно реагувати на зміну активності постачальників та конкурентів.

Висновки з 4 розділу

1. Розглянуто основи моделювання інформаційних потоків у логістиці, наголошуючи на управлінні компланарними потоками на основі нечітких алгоритмів.

2. Автоматизація логістичних завдань, пов'язаних з проблемами вибору постачальника або товару, є досить серйозною проблемою, особливо при великому виборі варіантів у сучасних умовах. Пропонується ранжувати наявні варіанти та вибудувати переваги за допомогою апарату нечітких множин, який дозволить алгоритмізувати процес прийняття рішення, ранжування чи оцінки ситуації.

3. Одним із суттєвих обмежень використання одержаних моделей є умови віртуалізації взаємовідносин між учасниками процесу. Це стало відправною точкою для побудови моделі інтелектуального управління ризиками.

4. Показано, що для практичного використання інтерес являє модель прогнозування попиту логістичних послуг на основі ланцюгів Маркова. Проведеним дослідженням встановлено, що велика кількість станів ланцюг Маркова може бути неприйнятною, оскільки значно зростає обсяг обчислень. Тому, необхідно скористатися методом динаміки середніх, який також має природу марківських ланцюгів чи імітаційним моделюванням.

ВИСНОВКИ

1. Виявлено та обґрунтовано формування методів розвитку адаптивно-інтегрованої логістики на платформі штучного інтелекту. В умовах прогресивного розвитку інформаційно-комунікаційних технологій різні бізнес-структури, починаючи з представників малого та середнього бізнесу, і закінчуючи великими державними корпораціями, піддаються впливу інформаційної перевантаженості на тлі пошуку необхідних даних в умовах обмеження часу.

Особам, які приймають управлінські рішення, необхідно збирати, структурувати та аналізувати великі обсяги інформації. Однак автоматизація даних процесів вкрай утруднена через семантичну невизначеність і складність у розумінні сенсу висловлювань інформаційними системами.

2. У напрямку розвитку інтегрованої логістики, проєктування ланцюгів постачань та логістичних потоків в умовах глобальної цифровізації економіки, виявлено нагальну потребу у розробці методів розвитку адаптивно-інтегрованої логістики з використанням інтелектуальних технологій управління логістичними потоками.

3. Виявлено та систематизовано передумови збільшення швидкості побудови бізнес-процесів у віртуальному середовищі, що стали основою для розвитку теоретичних положень про компланарні потоки як об'єкт управління, а також дозволяють створювати умови для більш щільної взаємодії всіх учасників адаптивно-інтегрованих ланцюгів постачань. Зазначено ряд причин, що призводять до автоматизації логістичних бізнес-процесів для скорочення витрат, збільшення обсягів інформації, що обробляється, автоматизації операційної діяльності.

4. Показано, що адаптивно-інтегрована логістика розкриває економічну сутність логістичних провайдерів у сфері управління ланцюгами постачань у віртуальному середовищі, та компланарний потік, що характеризує логістичні процеси в цифровому середовищі, а також дозволяє визначити необхідні параметри та умови побудови максимально повної автоматизації логістичних процесів у режимі реального часу. Адаптивна інтеграція передбачає з

урахуванням механізму зворотних зв'язків автоматизувати управління логістичними потоками.

5. Показано, що найважливішим фактором розвитку адаптивно-інтегрованої логістики, що базується на гнучкій системі наскрізного управління інтегрованими потоковими процесами, є механізм інтелектуальних зворотних зв'язків на основі концепції SCM. За рахунок застосування інтелектуальних технологій та апарату теорії нечітких множин можливе підвищення ефективності логістичних бізнес-процесів за підтримки програмних інтерфейсів API.

6. З'ясовано, що цифрова трансформація інтегрованої логістики ґрунтується на застосуванні нових бізнес-моделей та потребує теоретичного осмислення, розробки нового інструментарію для їх практичної реалізації. Оскільки ефективність логістичних бізнес-процесів безпосередньо залежить від різних витрат, то основним завданням є їхнє зниження, що може бути реалізовано не лише за допомогою новітніх технологій, а й застосуванням сучасних логістичних концепцій.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання випускної кваліфікаційної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" / [уклад. : В. В. Аулін, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту

2. Аулін В.В., Голуб Д.В., Замуренко А.С., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Дьяченко В.О. Теоретичний системно-спрямований підхід до визначення інтегрального показника ефективності реалізації операцій в транспортних системах // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2021. Вип. 4(35). С.232-247.

Режим доступу: <http://www.kntu.kr.ua/?view=science&id=60>

3. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, В. В. Біліченко, А. С. Замуренко // Вісник машинобудування та транспорту. - Вінниця : ВНТУ, 2020. - № 1(11). - С. 4-10.

Режим доступу: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/187>

4. Аулін В.В. Оптимізація і управління ресурсами в транспортно-логістичній системі АПК / В.В. Аулін, Д.О. Великодний, В.О. Дьяченко // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – №62. – С.8-11.

Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2018_62_3

5. Методологія оптимізації транспортних технологій: метод. рекомендації до практ. занять для здобувачів вищої освіти другого (освітнього) рівня спеціальності 275 – Транспортні технології / уклад. : В.В. Аулін, С.В. Лисенко, А.В. Гриньків, А.О. Головатий; М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 68 с.

6. Управління транспортними системами: метод. рекомендації до практ. занять для здобувачів вищої освіти другого (освітнього) рівня спеціальності 275 – Транспортні технології / уклад. : В.В. Аулін, С.В. Лисенко, А.В. Гриньків, А.О.

Головатий; М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 56 с.

7. Плекан У.М., Ляшук О.Л., Аулін В.В., Цьонь О.П., Матвіїшин А.Й. Логістична стратегія автотранспортного підприємства. Організаційні аспекти формування Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2022. Вип. 6(37) ч.ІІ. С.75-82.

Режим доступу: http://mapiea.kntu.kr.ua/archive/37_II/37_II_Plekan.html

8. Аулін В. В., Лисенко С. В., Гриньків А. В., Голуб Д. В., Головатий А. О. Логістика постачання транспортних і виробничих підприємств, фірм, компаній: Навчальний посібник під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2022. – 325 с.

Режим доступу: <http://www.kntu.kr.ua/?view=article&id=825>

9. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Головатий А.О., Голуб Д.В. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортних і виробничих систем / монографія під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 503 с.

Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11251>

10. Методологічні основи проєктування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. - 428с.

Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10540>

11. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Чернай А.Є., Голуб Д.В., Головатий А.О. Теоретичне обґрунтування управління функціонуванням технічними та транспортними системами на основі методів системної теорії інформації // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2021. Вип. 4(35). С.178-189.

Режим доступу: <http://www.kntu.kr.ua/?view=science&id=60>

12. Аулін В.В. Критерії реалізації процесів забезпечення та підвищення надійності і ефективності функціонування транспортних систем / В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". – Луцьк:

Луцький НТУ, 2018. – №62. – С.12-16.

13. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.100403 «Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)».- К.: Видавничий Дім "Слово", 2010. - 408 с.

14. Горяїнов О.М. Транспортні технології і логістика. Книга 1. Теорія і практика дисципліни «Вантажні перевезення» (для транспортних технологів): Підручник. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2013. – 490 с.

15. Герзель В.М. Організація автомобільних перевезень, дорожні умови та безпека руху: Навч. посіб. / В.М.Герзель, М.М.Марчук, М.А.Фабрицький, О.П.Рижий; Нац. ун-т водн. гос-ва та природокорист. – Рівне : [НУВГП], 2008. - 199 с

16. Савченко, Л.В. Взаємодія видів транспорту : навч. посіб. - К. : НТУ, 2010.- 96 с

17. І.Г. Смирнова, Т.В. Косарева. Транспортна логістика. Навчальний посібник. Київ, центр учбової літератури, 2008 рік., 220с.

18. Алькема В.Г., Сумець О.М. Логістика. Теорія та практика. Навчальний посібник. - К.: «Видавничий дім «Професіонал», 2008. - 272с.

19. Кальченко А.Г. Логістика: Підручник. - Вид. 2-ге, без змін. - К.:КНЕУ, 2006. - 284с.

20. І.М. Сокур, Л.М. Сокур, В.В. Герасимчук. Транспортна логістика. Навчальний посібник. Київ, центр учбової літератури, 2009 рік., 220с.

21. Крикавський Є. Логістика. Основи теорії: підручник. Львів: НУ «Львівська політехніка» (Інформаційно-видавничий центр «ІНТЕЛЕКТ+» Інституту післядипломної освіти); «Інтелект-Захід», 2004. 416с.